

Steven Pinker
*Cómo funciona
la mente*



Lectulandia

«Cómo funciona la mente» explica muchas de las cosas que nos preguntamos cotidianamente: ¿por qué un rostro parece más atractivo si está maquillado? ¿Por qué creemos que tras una serie de lanzamientos de una moneda en que ha salido; cara es más probable que salga cruz? ¿Por qué nos enamoramos como locos? Tareas tan aparentemente sencillas como reconocer una letra o andar de forma bípeda son problemas en realidad muy complejos y que aún no han sido resueltos de forma satisfactoria por la inteligencia artificial. A partir de ahí, Pinker va analizando las más diversas actividades y nos muestra lo impresionante que puede llegar ser nuestra mente.

«Cómo funciona la mente» compone una brillante síntesis, llena de audacia y humor, de las explicaciones más satisfactorias que se han dado de nuestra vida mental procedentes de la ciencia cognitiva y la biología evolutiva a las que incorpora las principales aportaciones que se han hecho desde la neurociencia hasta la economía y la psicología social.

Pinker critica algunos hábitos de pensamiento muy comunes hoy en día como pueden ser el feminismo de la diferencia o el Anti-darwinismo, y defiende la universalidad de las emociones frente al supuesto de que no son más que construcciones sociales.

Lectulandia

Steven Pinker

Cómo funciona la mente

ePub r1.0

oronet 01.03.2019

Título original: *How the minds works*
Steven Pinker, 1997
Traducción: Ferran Meler-Orti

Editor digital: oronet
ePub base r2.0

más libros en lectulandia.com

Índice

[Cubierta](#)

[Cómo funciona la mente](#)

[Prefacio](#)

[Capítulo 1.](#)

[Dotación en serie](#)

[El desafío del robot](#)

[La ingeniería inversa de la psique](#)

[Lo psicológicamente correcto](#)

[Capítulo 2.](#)

[Máquinas pensantes](#)

[La búsqueda de vida inteligente en el universo](#)

[Computación natural](#)

[El defensor del título](#)

[Sustituido por una máquina](#)

[Conectoplasma](#)

[La lámpara de Aladino](#)

[Capítulo 3.](#)

[La venganza de los torpes](#)

[Seres inteligentes](#)

[El diseñador de la vida](#)

[El programador ciego](#)

[Instinto e inteligencia](#)

[El nicho cognitivo](#)

[¿Por qué nosotros?](#)

[La familia de la Edad de Piedra moderna](#)

[¿Ahora qué?](#)

[Capítulo 4.](#)

[El ojo de la mente](#)

[Ver en profundidad](#)

[Iluminación, sombreado, modelado](#)

[Ver en dos dimensiones y media](#)

[Marcos de referencia](#)

[Galletas Crackers en forma de animales](#)

[¡Imagínelo!](#)

[Capítulo 5.](#)

[Buenas ideas](#)

[Inteligencia ecológica](#)

[Cajitas](#)

[Currículum central](#)

[Un trivium](#)

[La mente metafórica](#)

[¡Eureka!](#)

[Capítulo 6.](#)

[Exaltados compulsivos](#)

[La pasión universal](#)

[Máquinas sintientes](#)

[La sabana residencial](#)

[El alimento del pensamiento](#)

[El olor del miedo](#)

[La rutina de la felicidad](#)

[El canto de las sirenas](#)

[Yo y tú](#)

[La máquina de destrucción total](#)

[Locos por el amor](#)

[La sociedad de los sentimientos](#)

[La mala fe](#)

[Capítulo 7.](#)

[Valores de la familia](#)

[Parientes y amigos](#)

[Padres e hijos](#)

[Hermanos y hermanas](#)

[Hombres y mujeres](#)

[Esposos y esposas](#)

[Rivales](#)

[Amigos y conocidos](#)

[Aliados y enemigos](#)

[Humanidad](#)

[Capítulo 8.](#)

[El significado de la vida](#)

[Artes y entretenimiento](#)

[¿Qué hace tanta gracia?](#)

[El curioso en busca de lo inconcebible](#)

[Bibliografía](#)

[Sobre el autor](#)

[Notas](#)

PREFACIO

Un libro que se titule *Cómo funciona la mente* sería mejor que empezara con una nota de humildad, y en mi caso quiero empezar con dos.

La primera es que no comprendemos cómo funciona la mente, es decir, no tan bien como entendemos cómo funciona el cuerpo y ciertamente no lo bastante bien para diseñar la utopía o curar la infelicidad. Entonces, ¿por qué este audaz título? El lingüista Noam Chomsky sugirió en cierta ocasión que nuestra ignorancia se podía dividir *en problemas y misterios*. Cuando abordamos un problema, puede que no sepamos su solución, pero tenemos intuición, un conocimiento cada vez mayor y ciertas ideas de qué andamos buscando. Cuando nos enfrentamos a un misterio, sin embargo, sólo podemos quedarnos mirando fijamente, maravillados y desconcertados, sin siquiera saber qué aspecto tendría una explicación. He escrito este libro porque docenas de misterios de la mente, desde las imágenes mentales hasta el amor romántico, han sido elevados en fecha reciente a la categoría de problemas (¡aunque continúan, además, habiendo ciertos misterios!). Todas y cada una de las ideas vertidas en el libro puede que resulten estar equivocadas, aunque eso sería todo un progreso, ya que nuestras viejas ideas eran demasiado insulsas como para ser falsas.

En segundo lugar, yo no he descubierto lo que conocemos acerca de cómo funciona la mente. Pocas de las ideas que iluminan estas páginas son de mi propia cosecha. He seleccionado, a partir de muchas disciplinas, teorías que calaron hondo en mí al ofrecer una comprensión especial de nuestros pensamientos y sentimientos, que se adecúan con los hechos y predicen, además, otros nuevos, y que son consistentes en su contenido y en su estilo de explicación. La meta que me he propuesto no ha sido otra que tejer las ideas en una imagen coherente utilizando dos ideas más importantes y destacadas, que tampoco son mías: la teoría computacional de la mente y la teoría de la selección natural de replicantes.

El capítulo con el que se abre el libro presenta la gran imagen, es decir, que la mente es un sistema de órganos de computación diseñado por selección natural para resolver los problemas con que se enfrentaban nuestros antepasados evolutivos en su estilo de vida cazador-recolector. Cada una de estas grandes ideas —computación y evolución— es tratada en un capítulo propio. Luego paso a pormenorizar las principales facultades de la mente en los capítulos sobre la percepción, el razonamiento, la emoción y las relaciones sociales (familia, amantes, rivales, amigos, conocidos, aliados, enemigos). Un capítulo final aborda el tema de nuestros retos y desafíos más elevados: el arte, la música, la literatura, el humor, la religión y la filosofía. No hay ningún capítulo reservado al tema del lenguaje, ya que en mi libro *El instinto del lenguaje* se aborda de un modo que de hecho es complementario.

Este libro está destinado a cualquiera que sienta curiosidad por cómo funciona la mente. No lo escribí pensando sólo en profesores y estudiantes, pero tampoco lo hice pensando en «divulgar la ciencia». Albergo la esperanza de que los especialistas y los lectores en general puedan sacar provecho de esta vista a vuelo de pájaro de la mente y del modo en que participa en los asuntos humanos. Desde esta elevada altitud, la diferencia entre un especialista y un lector atento lego en el tema es exigua, principalmente porque hoy en día, nosotros, los especialistas, no podemos ser más que legos en la mayor parte de nuestras disciplinas, por no decir ya nada de las que son vecinas, colindantes o limítrofes. No he presentado una reseña bibliográfica comprensiva ni una presentación de todas las posturas presentes en un debate, porque habrían logrado hacer del libro una obra ilegible, en realidad, imposible de sostener entre las manos. Las conclusiones que he sacado en estas páginas provienen de evaluaciones de la convergencia de pruebas procedentes a su vez de campos y métodos diferentes, y he facilitado citas detalladas de modo que los lectores puedan reseguirlas.

Tengo deudas contraídas con muchos profesores, estudiantes y compañeros, pero sobre todo, quisiera destacar la deuda que me une a John Tooby y Leda Cosmides. Fueron ellos quienes forjaron la síntesis entre la evolución y la psicología que hizo posible este libro y pensaron muchas de las teorías que ahora presento (así como muchas de las mejores bromas). Al invitarme a pasar un año como Fellow del Center for Evolutionary Psychology en la Universidad de California, Santa Bárbara, me ofrecieron un entorno ideal para pensar y escribir, así como una amistad y consejo inestimables.

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a Michael Gazzaniga, Marc Hauser, David Kemmerer, Gary Marcus, John Tooby y Margo Wilson por su lectura del manuscrito completo de esta obra así como sus críticas y aliento inestimables. Otros colegas hicieron generosamente comentarios sobre capítulos de sus áreas de especialización: Edward Adelson, Barton Anderson, Simon Baron-Cohen, Ned Block, Paul Bloom, David Brainard, David Buss, John Constable, Leda Cosmides, Helena Cronin, Dan Dennett, David Epstein, Alan Fridlund, Gerd Gigerenzer, Judith Harris, Richard Held, Ray Jackendoff, Alex Kacelnik, Stephen Kosslyn, Jack Loomis, Charles Ornan, Bernard Sherman, Paul Smolensky, Elizabeth Spelke, Frank Sulloway, Donald Symons y Michael Tarr. Muchos otros respondieron a preguntas y ofrecieron sugerencias del todo provechosas: Robert Boyd, Donald Brown, Napoleón Chagnon, Martin Daly, Richard Dawkins, Robert Hadley, James Hillenbrand, Don Hoffman, Kelly Olguin Jaakola, Timothy Ketelaar, Robert Kurzban, Dan Montello, Alex Pentland, Roslyn Pinker, Robert Provine, Whitman Richards, Daniel Schacter, Devendra Singh, Pawan Sinha, Christopher Tyler, Jeremy Wolfe y Robert Wright.

Este libro es también un resultado de la simulación de entornos en dos instituciones, el Massachusetts Institute of Technology y la Universidad de California en Santa Bárbara. Debo expresar mi gratitud especial a Emilio Bizzi del Department

of Brain and Cognitive Sciences del MIT por posibilitar que me tomara la excedencia de un año sabático, y a Loy Lytle y Aaron Ettenberg del Department of Psychology, así como a Patricia Clancy y Marianne Mithun del Department of Linguistics del UCSB por haberme invitado como profesor visitante de sus respectivos departamentos.

Patricia Claffey de la Teuber Library del MIT lo sabe todo, o al menos sabe dónde encontrarlo, lo cual es igualmente bueno. Quiero expresarle mi agradecimiento por sus infatigables esfuerzos para averiguar el paradero de material opaco con presteza y buen humor. Mi secretaria, a la que su apellido hace honor, Eleanor Bonsaint, me ofreció su ayuda profesional y apoyo en un sinnúmero de asuntos. Mi agradecimiento también para Marianne Teuber, Sabrina Detmar y Jennifer Riddell del List Visual Arts Center del MIT por su consejo sobre arte textil.

Mi más entrañable gratitud la dirijo a mi familia por su aliento y sugerencias: a Harry, Roslyn, Robert y Susan Pinker, Martin, Eva, Cari y Eric Boodman, Saroja Subbiah y Stan Adams. Mi agradecimiento también para Windsor, Wilfred y Fiona.

Mi gratitud más íntima a mi esposa, Ilavenil Subbiah, que diseñó las figuras, me facilitó una serie de comentarios inestimables sobre el manuscrito y me ofreció consejo, apoyo, consideración y se brindó a compartir esta aventura. Este libro se lo dedico a ella, con amor y cariño.



Mi investigación sobre la mente y el lenguaje ha sido financiada por los National Institutes of Health (proyecto HD 18381), la National Science Foundation (proyectos 82-09 540,85-18774 y 91-09766) y el McDonnell-Pew Center for Cognitive Neuroscience del MIT.

1

DOTACIÓN DE SERIE

Me pregunto cuál es la razón de que haya tantos robots en el mundo de la ficción, pero ninguno en la vida real. Y aunque estaría dispuesto a pagar lo que me pidiesen por un robot que fuera capaz de recoger los platos o de hacer recados sencillos, porque ni en el siglo XX ni tal vez en el próximo tendré oportunidad de conseguir uno. Ciertamente hay robots que sueldan o pintan piezas en las cadenas de montaje de las fábricas y que se desplazan por los pasillos de los laboratorios, pero la pregunta se refiere a las máquinas que andan, hablan, ven y piensan, y a menudo lo hacen mejor que sus dueños humanos.

Desde que, en 1920, Karel Capek acuñara el término *robot* en su obra *R. U. R.*, los escritores han dejado vagar con plena libertad su imaginación y han creado, por ejemplo, personajes como Speedy, Cutie y Dave en la obra de Isaac Asimov *Yo, robot*; Robbie, de *Planeta Prohibido*; el robot en forma de bombona con pinzas que aparecía en la serie *Perdidos en el espacio*; el personaje de *Dr. Who*; Rosie la loca, de *Los Jetsons*; Nomad, de *Star Trek*; Hymie, de *Get Smart*; los mayordomos vagos y los camiseros murmuradores de *El dormilón*; R2D2 y C3PO de *La Guerra de las Galaxias*; Terminator, de *Terminator*; el teniente coronel Data, de *Star Trek: la nueva generación*, o los críticos de cine bromistas de *Mystery Science Theater 3000*.

Pero este libro no trata de robots, sino de la mente humana. A lo largo de sus páginas intentaré explicar qué es la mente, cuál fue su origen y de qué modo nos permite ver, pensar, sentir, interactuar y dedicarnos a retos tan elevados como son el arte, la religión y la filosofía... y, de paso, al hacerlo, intentaré así mismo arrojar cierta luz sobre las peculiaridades que son propiamente humanas. ¿Por qué razón la memoria se desvanece con el paso del tiempo? ¿Cómo el maquillaje cambia la apariencia de un rostro? ¿De dónde provienen los estereotipos étnicos y en qué momento son irracionales? ¿Cuál es la razón de que, a menudo, perdamos los estribos? ¿Qué provoca las rabietas en los niños? ¿Por qué se enamoran los tontos? ¿Qué nos hace reír? Y, por último, ¿cuál es la razón de que las personas creen en fantasmas y espíritus?

Pero el punto de partida de esta exploración se sitúa en el espacio que separa a los robots de la imaginación y a los de la realidad, ya que esa línea divisoria nos indica el primer paso que debemos dar para conocernos, para apreciar el diseño tan fantásticamente complejo que se halla detrás de la vida mental, y que tan a menudo damos por sentado. Que no existan robots como los seres humanos no equivale a afirmar que la idea de una mente mecánica sea errónea, ya que simplemente se trata

de constatar que los problemas de ingeniería que como seres humanos resolvemos cuando vemos, andamos o planeamos hacer algo y lo hacemos, son retos mucho más desafiantes que dar un paseo por la Luna o cartografiar el genoma humano. Una vez más, podemos simplemente constatar que la naturaleza ha encontrado soluciones que los ingenieros humanos no han sido capaces aún de duplicar. Cuando Hamlet afirma: «¡Qué obra de arte es el hombre! ¡Qué noble su razón! ¡Cuán infinito su talento, qué explícito y admirable, en forma y movimiento!», no deberíamos dirigir tanto nuestro reverencial respeto hacia Shakespeare, Mozart, Einstein o Kareem Abdul-Jabbar, sino, más bien, hacia un niño de cuatro años que pone un juguete en una estantería tal como se le ha pedido que haga.

En un sistema bien diseñado, los componentes son otras tantas cajas negras que llevan a cabo sus funciones como por arte de magia. Y eso mismo cabe decir de la mente, pues la facultad que nos permite reflexionar sobre el mundo no es capaz de mirar al interior de sí misma ni a las otras facultades que nos son características para ver así qué las hace funcionar. Este hecho nos aboca a una ilusión: la creencia de que nuestra propia psicología proviene de cierta fuerza sobrenatural, de una esencia misteriosa o de un principio omnipotente. En la leyenda hebrea del *Golem*, la figura de arcilla cobra vida cuando el nombre de Dios es inscrito en su cuerpo. El eco de esta tradición se halla presente en muchas novelas que tratan de robots. Así, por ejemplo, la respuesta de Venus a las plegarias de Pigmalión permitió que la estatua de Calatea cobrara vida; en el cuento de Collodi, es el Hada Azul quien insufla vida a Pinocho. Las versiones contemporáneas del arquetipo del Golem se hallan presentes en ciertos relatos científicos menos quiméricos y, en todo caso, en ellos, toda la psicología humana acaba siendo explicada gracias a una única y omnipotente causa, ya sea ésta un gran cerebro, la cultura, el lenguaje, la socialización, el aprendizaje, la complejidad, la autoorganización o la dinámica de redes neuronales.

Quisiera poder convencer al lector de que la mente no está animada por un éter divino o un único y maravilloso principio. La mente, al igual que la nave espacial Apolo, está diseñada para solucionar muchos problemas de ingeniería, y a tal fin se halla dotada de sistemas de alta tecnología ideados para superar sus propios obstáculos. De hecho, empezaré con la exposición de estos problemas, que son especulaciones acerca de cómo diseñar un robot y el tema central de la psicología, convencido de que el descubrimiento, realizado por la ciencia cognitiva y la inteligencia artificial, de los desafíos técnicos que supera a diario nuestra actividad mental constituye una de las grandes revelaciones logradas por la ciencia, un despertar de la imaginación que es sólo comparable al conocimiento de que el universo está constituido por miles de millones de galaxias o que una gota de agua en una charca rebosa de vida microscópica.

El desafío del robot

¿Qué se precisa para construir un robot? Para responder a esta pregunta, dejaremos a un lado las facultades sobrehumanas, como son el cálculo de las órbitas planetarias, y empezaremos por aquellas que son sencillamente humanas: ver, andar, asir, pensar en objetos y personas, y hacer planes sobre el modo de actuar.

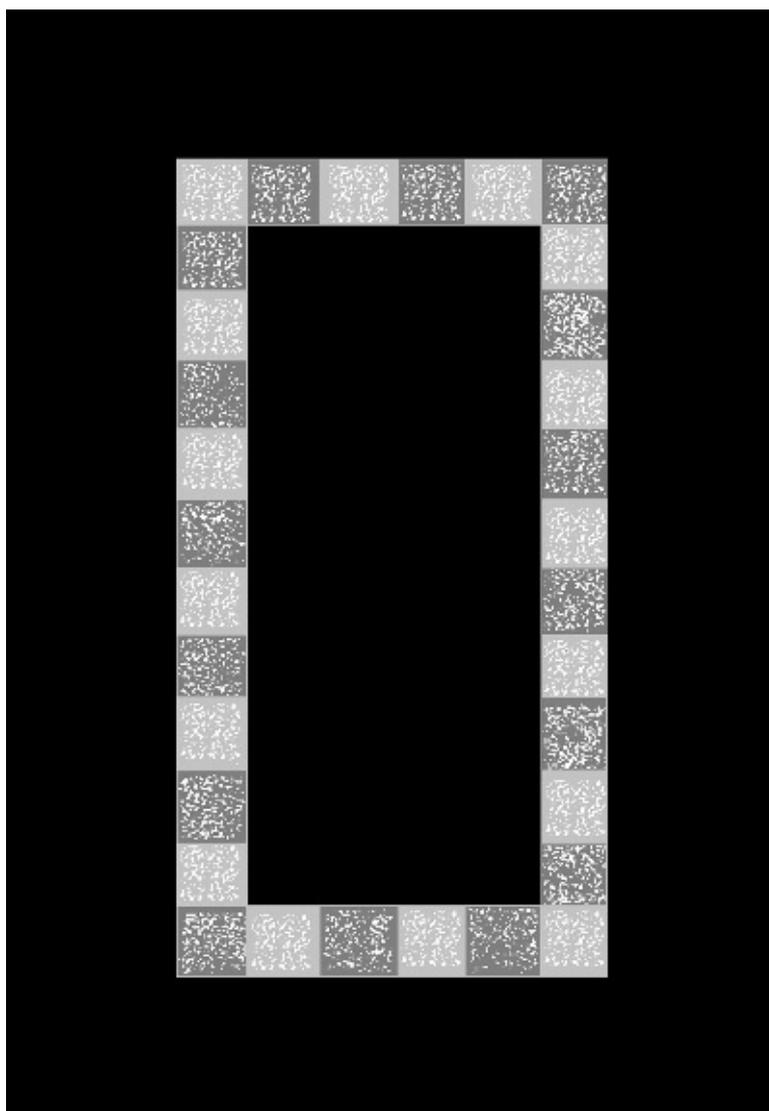
En las películas, a menudo, se nos muestra una escena vista a través del ojo de un robot, con la ayuda de convenciones visuales como son la distorsión tipo ojo de pez o las crucecillas. Para nosotros, como público, estos recursos son algo admirable, ya que disponemos de ojos y cerebros capaces de funcionar, pero desde el punto de vista de las entrañas del robot, en cambio, es algo prácticamente inútil, porque en su interior no cuenta con un público formado por «personitas» —*homunculi*— que miran la imagen y le cuentan al robot aquello que ven. Si pudiéramos ver el mundo con los ojos de un robot, su aspecto no se parecería al fotograma de una película a base de crucecillas, sino que se asemejaría más a esto:

225	221	216	219	219	214	207	218	219	220	207	155	136	135
213	206	213	223	208	217	223	221	223	216	195	156	141	130
206	217	210	216	224	223	228	230	234	216	207	157	136	132
211	213	221	223	220	222	237	216	219	220	176	149	137	132
221	229	218	230	228	214	213	209	198	224	161	140	133	127
220	219	224	220	219	215	215	206	206	221	159	143	133	131
221	215	211	214	220	218	221	212	218	204	148	141	131	130
214	211	211	214	220	218	221	212	218	204	148	141	131	130
211	208	223	213	216	226	231	230	241	199	153	141	136	125
200	224	219	215	217	224	232	241	240	211	150	139	128	132
204	206	208	205	233	241	241	252	242	192	151	141	133	130
200	205	201	216	232	248	255	246	231	210	149	141	132	126
191	194	209	238	245	255	249	235	238	197	146	139	130	132
189	199	200	227	239	237	235	236	247	192	145	142	124	133
198	196	209	211	210	215	236	240	232	177	142	137	135	124
198	203	205	208	211	224	226	240	210	160	139	132	129	130
216	209	214	220	210	231	245	219	169	143	148	129	128	136
211	210	217	218	214	227	244	221	162	140	139	129	133	131
215	210	217	218	214	227	244	221	162	140	139	129	133	131
219	220	211	208	205	209	240	217	154	141	127	130	124	142
229	224	212	214	220	229	234	208	151	145	128	128	142	122
252	224	222	224	233	244	228	213	143	141	135	128	131	129
255	235	230	249	253	240	228	193	147	139	132	128	136	125
250	245	238	245	246	235	235	190	139	136	134	135	126	130
240	238	233	232	235	255	246	168	156	144	129	127	136	134

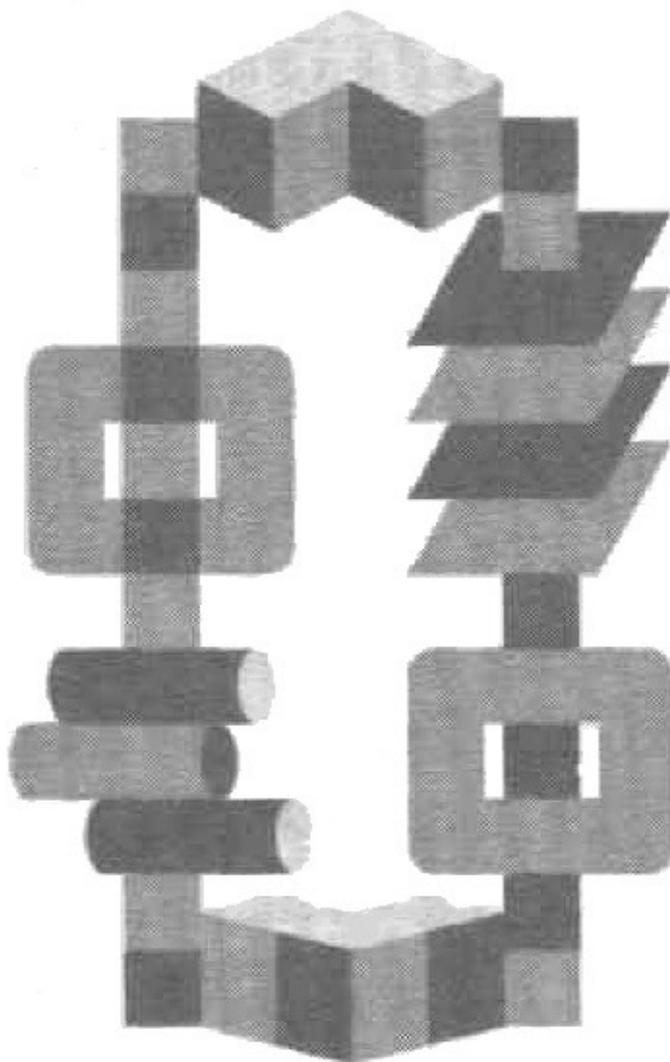
Cada número representa la luminosidad de una de las millones de manchas que forman el campo visual. Los números menores corresponden a las manchas más oscuras, y los mayores, a las más claras. Los números que se muestran en esta imponente serie, en realidad, son otras tantas señales que provienen de una cámara electrónica que enfoca la mano de una persona, aunque bien podrían corresponder a la velocidad con que se transmiten las señales a través de las fibras nerviosas que, cuando por ejemplo examinamos una mano, unen el ojo con el cerebro. Para que un cerebro robot —o un cerebro humano— reconozca los objetos y evite tropezar o

chocar con ellos, tiene que procesar a toda velocidad estos números y dar con qué tipos de objetos en el mundo reflejaron la luz que les dio origen. Y el problema resulta vejantemente difícil^[1].

Ante todo, un sistema visual tiene que establecer dónde termina un objeto y dónde empieza el fondo. Pero el mundo no es como un libro de colores, con perfiles en negro alrededor de las regiones sólidas. Tal como se proyecta en nuestros ojos el mundo es un mosaico de diminutas manchas sombreadas. Cabría, quizá, aventurar que el cerebro visual busca las regiones donde un manto de números grandes (una región más brillante) delimita otro formado por números pequeños (una región más oscura). Esta delimitación se puede distinguir en el recuadro de números que va en diagonal desde la parte superior derecha a la parte inferior central. En casi todos los casos, por desgracia, no habremos hallado el borde de un objeto, es decir, dónde deja paso al espacio que está vacío. La yuxtaposición de números grandes y pequeños puede ser el resultado de muchas disposiciones diferentes de la materia^[2]. En este dibujo, ideado por los psicólogos Pawan Sinha y Edward Adelson, se muestran recuadros de color gris suave y gris oscuro.



En realidad, se trata de un recorte rectangular hecho en una cubierta negra a través de la cual contemplamos parte de la escena. En el dibujo bajo estas líneas se ha quitado la cubierta, de modo que podemos ver que cada par de cuadrados grises resulta de una disposición distinta de objetos.



Los números grandes junto a otros pequeños puede que procedan de un objeto que se halla delante de otro, por ejemplo, un papel oscuro que reposa sobre un papel claro, una superficie pintada con dos tramas de gris, dos objetos que se tocan por sus lados, un papel de celofán gris sobre una página blanca, una esquina interior o exterior, en la que dos paredes se encuentran, o una sombra. En cierto modo, el cerebro debe resolver, como si tuviera que decidir qué fue primero el huevo o la gallina, el problema de la identificación de objetos tridimensionales a partir de las manchas que recibe en la retina y determinar a qué corresponde la mancha en cuestión (sombra o pintura, pliegue o incrustación, brillante u opaco), y hacerlo a partir del conocimiento de a qué objeto pertenece la mancha^[3].

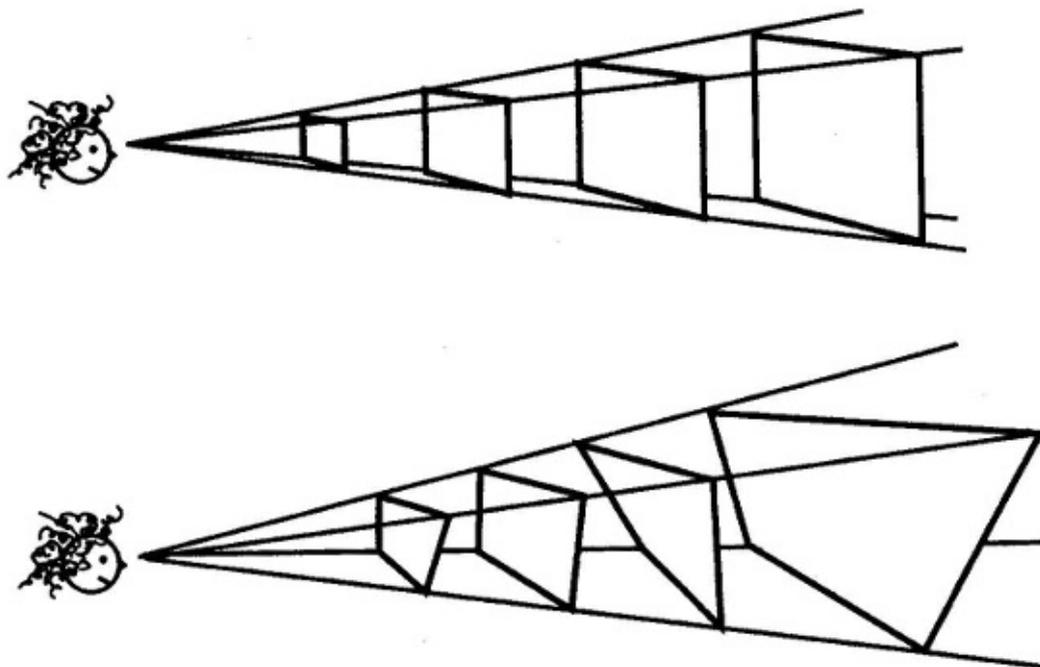
Las dificultades, con todo, sólo acaban de empezar. Una vez tallado el mundo visual en objetos, es preciso saber de qué están hechos, es decir, a modo de ejemplo,

si están hechos de nieve o bien de carbón. A primera vista el problema parece sencillo, si los números grandes proceden de regiones claras y los números pequeños, de otras oscuras, entonces los grandes serán como nieve y los pequeños, carbón, ¿cierto? No, porque la cantidad de luz que incide en un punto de la retina no depende sólo de lo claro u oscuro que el objeto sea, sino también de lo intensa o tenue que sea la luz que lo ilumina. Si recurrimos a un exposímetro, como el que utilizan los fotógrafos, la lectura que obtendremos nos mostrará que un pedazo de carbón en el exterior desprende más luz que una bola de nieve colocada en el interior de una casa. Ésta es la razón principal de que, a menudo, las fotos nos decepcionen tanto y la fotografía sea un arte tan complejo. La cámara no miente; guiada por sus propios dispositivos, reproduce las escenas que se desarrollan al aire libre con un aspecto lechoso, y las interiores como si estuvieran cubiertas por una fina película de lodo. Los fotógrafos, y a menudo los microchips que actúan en el interior de la cámara, obtienen una imagen realista de la película aplicando recursos como, por ejemplo, ajustar el tiempo de obturación, las velocidades, la utilización de flashes, así como otro tipo de manipulaciones durante el revelado.

Nuestro sistema visual lo hace mucho mejor. De algún modo logra que veamos el carbón que brilla al estar situado en el exterior como negro, y la oscura bola de nieve cuando se halla en el espacio interior, blanca. Se trata de un resultado satisfactorio porque nuestra sensación consciente del color y la luminosidad se equipara no al mundo tal como se *presenta* ante los ojos, sino al mundo tal como es. La bola de nieve es blanda y húmeda, se derrite tanto en el interior como en el exterior, e indistintamente, tanto si está en un lugar como en el otro, la percibimos como blanca. El carbón es siempre duro y oscuro, arde bien, y siempre lo vemos negro. La armonía existente entre cómo el mundo *parece* y cómo *es* tiene que ser un logro de nuestra magia neuronal, porque lo blanco y lo negro no se presentan en la retina. Si el lector aún es escéptico, cabe recurrir a una demostración extraída de la vida cotidiana. Cuando un televisor está apagado, la pantalla es de un color gris-verdoso claro. Cuando está encendido, determinados puntos fosforescentes emiten luz, coloreando las áreas brillantes de la imagen, pero el resto de puntos no absorbe luz y color en las áreas oscuras, simplemente aún es gris. Las áreas que se ven negras son de hecho la pálida sombra del tubo de color cuando el aparato está apagado. El negro es aquí una ilusión, un producto del conjunto de circuitos cerebrales que corrientemente nos permite ver el carbón como carbón. Al idear la pantalla, los ingenieros que diseñaron el televisor explotaron esta circuitería cerebral.

El siguiente problema consiste en ver en profundidad. Nuestros ojos aplastan el mundo tridimensional a un par de imágenes bidimensionales en las retinas, siendo el cerebro el encargado de restituir la tercera dimensión. Con todo, las manchas en la retina no presentan signos indicadores que revelen la distancia a la que se halla situada una superficie. Si se coloca un sello en la mano, éste proyectará el mismo cuadrado en la retina que una silla puesta en el otro extremo de la habitación o un

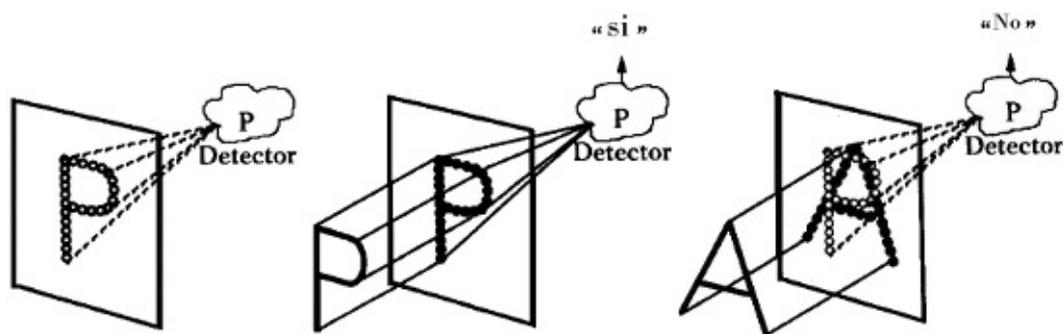
edificio visto a kilómetros de distancia (véase el dibujo siguiente en la parte superior). Un tablero recortado visto de frente proyectará un polígono de forma trapezoidal igual al que se obtendría de diversos trozos colocados en posición inclinada unos tras otros (véase el dibujo siguiente en la parte inferior).



Cuando, por ejemplo, se mira fijamente una bombilla de luz eléctrica unos segundos o el flash que dispara una máquina de fotografiar, durante unos instantes deja una mancha blanca en la retina, que permite sentir la fuerza de este efecto geométrico y el mecanismo neuronal que se encarga de él. Si tras haber fijado la mirada en la bombilla, se pasa luego a mirar la página en blanco que se tiene delante, la postimagen de la bombilla iluminada que queda en la retina se adhiere a la hoja y parece tener dos o tres centímetros y disponerse de forma transversal. Si se alza la mirada hacia la parte de arriba de la pared, la postimagen parece tener varios metros de largo y, si se mira al cielo, su tamaño es como el de una nube^[4].

Por último, ¿cómo podría un módulo de visión reconocer los objetos que hay en el mundo exterior, para que el robot pudiera nombrarlos o recordar lo que hacen? La solución obvia consiste en construir una plantilla o recorte para cada objeto de manera que duplique su figura.

Cuando aparece un objeto, su proyección en la retina se adecuará a su propia plantilla como se adecúa una clavija redonda a un enchufe redondo. La plantilla pasará a ser denominada con el nombre que tiene la figura, en este caso (véase el dibujo 2 de la p. 25) «la letra P», y siempre que una figura se equipare a ella, la plantilla enunciará el nombre^[5]:



Por desgracia, este simple dispositivo es defectuoso en dos sentidos posibles. Primero, hace ver letras *P* donde no las hay. Así, por ejemplo, da la impresión de que hay una en la letra *R* que aparece en el primer cuadrado del dibujo. Además, no consigue ver la *P* que hay; esto sucede, por ejemplo, cuando la letra está desplazada, inclinada, sesgada, demasiado lejos, demasiado cerca o es demasiado florida:



Y si estos problemas se plantean ya con una letra atractiva y sin fiorituras del alfabeto, imaginémosnos qué supondría intentar el diseño de un dispositivo capaz de reconocer una camiseta o, incluso, un rostro. Lo cierto es que, tras cuatro décadas de investigación en el campo de la inteligencia artificial, la tecnología del reconocimiento de figuras ha mejorado. En la actualidad utilizamos programas informáticos que permiten explorar y digitalizar una imagen, reconocer los caracteres de las letras impresas y convertirlos con un grado de exactitud razonable en un documento de bytes. Con todo, los reconocedores de figuras artificiales todavía no igualan a los que utilizamos en nuestros cerebros. Aquéllos están pensados para mundos claros y fáciles de reconocer, pero no para el mundo real, que es confuso y maleable como la arcilla. Los números que aparecen al pie de los cheques bancarios fueron ideados con todo cuidado para que tuvieran figuras que no se superpusieran, y su impresión se realiza con un equipo especial que los coloca exactamente de modo que puedan ser reconocidos mediante plantillas. Cuando se instalen los primeros dispositivos artificiales capaces de reconocer los rostros y sustituyan a los porteros que controlan la entrada a las fincas, no tan sólo intentarán interpretar el claroscuro de una cara, sino que explorarán electrónicamente la corona rígida y estable del iris o los capilares sanguíneos de la retina. Nuestro cerebro, en cambio, mantiene un registro de la figura de cada rostro conocido (así como de cada letra, animal, instrumento y demás objetos), y este registro, de algún modo, se empareja con una imagen retínica aunque esté distorsionada en cualquiera de las maneras que hasta el momento hemos examinado. En el capítulo 4 exploraremos el modo en que el cerebro realiza esta magnífica proeza.



Examinemos otro milagro cotidiano como es, por ejemplo, desplazar un cuerpo de un lugar a otro. Cuando queremos que una máquina se mueva, le ponemos ruedas. La invención de la rueda se suele destacar como el logro más importante de la civilización. Muchos libros de texto señalan que ningún ser del reino animal ha desarrollado, a lo-largo de su evolución, ruedas, y se cita este hecho a modo de un ejemplo más para subrayar que la evolución suele ser incapaz de encontrar una solución óptima a un problema de ingeniería. Con todo, debería puntualizarse que este ejemplo no es ilustrativo, ya que la naturaleza, aun en el caso de haber podido *producir* por evolución un ratón que se moviera con ruedas (si el lector acepta esta singularidad en la expresión), lo cierto es que no habría optado por hacerlo. Las razones que se pueden aducir son múltiples: las ruedas son buenas sólo en un mundo donde hay carreteras y raíles, pero en un terreno blando, resbaladizo, empinado u ondulado se quedan atascadas. Sin duda, las piernas son un medio mucho más eficaz de locomoción. Las ruedas tienen que rodar por un terreno capaz de sostenerlas, no debe ser quebrado; en cambio, las piernas permiten avanzar dando pasos, separando los pies y subir, por ejemplo, una escalera. Las piernas pueden colocarse también de tal modo que reduzcan al mínimo el tambaleo, permitiendo allí donde los vehículos con ruedas se quedan inmovilizados, superar los obstáculos andando. Incluso en la actualidad, en una época en la cual el mundo parece haberse convertido en un inmenso solar destinado al aparcamiento de los vehículos con ruedas o cadenas, sólo la mitad de la tierra firme es accesible a este tipo de vehículos, mientras que, en cambio, casi todo el planeta es accesible a aquellos otros pedestres, es decir, a los animales, los vehículos diseñados por selección natural^[6].

Las piernas llevan consigo un alto valor añadido: el software que permite controlarlas. Mientras una rueda, con sólo girar, cambia su punto de apoyo de forma gradual y puede soportar el peso de manera continua, la pierna precisa cambiar el punto de apoyo de una sola vez y, para ello, tiene que descargar y transferir el peso que soporta. Los motores que controlan una pierna deben alternar el hecho de mantener el pie en el suelo mientras sostiene e impulsa la carga, y desprenderse de la misma para liberar así la pierna y permitir que se mueva.. Mientras dura esta operación las piernas deben mantener el centro de gravedad del cuerpo circunscrito al polígono que definen los pies sin que el cuerpo pierda el equilibrio y caiga. Los controladores, así mismo, tienen que minimizar el derroche de esfuerzo inútil del movimiento hacia arriba y hacia abajo como sucede, por ejemplo, en la práctica de la equitación. En el caso de los muñecos que andan, este tipo de problemas encuentran una burda solución mediante un enlace mecánico que convierte el movimiento de rotación de un eje en un movimiento que permite dar pasos, si bien con la salvedad de que los muñecos no pueden adaptarse al terreno, ya que no son capaces de encontrar el mejor lugar para afianzar el pie.

Aun en el caso de encontrar una solución para este tipo de problemas, sólo habríamos averiguado cómo controlar el movimiento de un insecto cuando anda. Con sus seis patas, un insecto mantiene siempre un trípode en el suelo mientras levanta el otro, de modo que en todo instante permanece estable. Incluso los animales de cuatro patas, si no se mueven muy deprisa, suelen mantener un trípode en el suelo en todo momento. Como muy bien señaló en cierta ocasión un ingeniero: «La manera de andar bípeda del ser humano parece una fórmula pensada especialmente para abocar al desastre, puesto que exige un notable control para ser practicable». Al andar es como si, de forma repetida, cayéramos, aunque, justo en el momento crítico, evitamos la caída. Cuando corremos, despegamos del suelo como si volásemos. Esta suerte de acrobacias aéreas nos permiten colocar los pies dando grandes zancadas o erráticamente espaciadas, apuntarnos y descansar, con tanta precisión que podemos pasar corriendo por caminos muy angostos y saltar obstáculos. Pero, hasta la fecha, nadie ha logrado descifrar cómo lo hacemos^[7].

El control de un brazo supone un nuevo reto. Tomemos una lámpara flexo, como las habituales en los despachos de arquitectura, y hagamos el ejercicio que supone mover la pantalla siguiendo una línea en diagonal desde su posición extendida en el extremo izquierdo, junto a nosotros, hasta dejarla recogida, arriba en el derecho. A medida que movamos la pantalla de la lámpara, prestaremos atención a los resortes y los goznes. Aunque al desplazar la lámpara, ésta se mueve en línea recta, cada resorte forma un arco complejo, que a veces se abate rápidamente, otras permanece casi estacionario, pasando a veces de un movimiento en que se dobla a otro en que se tensa. Ahora imaginemos que tenemos que hacerlo al revés: sin mirar a la lámpara, el lector debe seguir mentalmente la secuencia de torsiones que, de producirse en cada articulación, permitirán que la pantalla de la lámpara se desplace en línea recta. La trigonometría que se va trazando es muy compleja. Y, con todo, nuestro brazo es como una de estas lámparas y el cerebro resuelve de forma fácil las ecuaciones cada vez que lo extendemos para señalar algo. Y si el lector sostiene una lámpara flexo por sus abrazaderas, apreciará que el problema es aún más difícil de lo que a primera vista pudiera parecer por la descripción dada hasta el momento. La lámpara equilibra su peso como si supiese qué quiere, del mismo modo como lo haría nuestro brazo si el cerebro no compensara su peso solucionando un problema de física casi inabordable^[8].

El modo en que se controla la mano es una proeza aún más destacable. Hace casi dos milenios, el médico griego Galeno señaló la fineza de la ingeniería natural mostrada por el movimiento de una mano. De hecho, es la única herramienta capaz de manipular objetos de una gama de tamaños, figuras y pesos, sorprendentemente variada, desde un voluminoso tronco hasta las diminutas semillas de mijo. «El hombre es capaz de asir toda clase de cosas —señaló Galeno—, como si sus manos hubieran sido hechas no de forma exclusiva para cada una de ellas»^[9]. La mano se puede configurar como un gancho (para levantar un balde), como unas tijeras (para

sostener un cigarrillo), como una cuña de dos pinzas (para enfilear el hilo por el ojo de una aguja), o una cuña de dos pinzas de movimiento lateral (para dar la vuelta a una llave), unas tenazas (para sostener un martillo), unas tenazas circulares (para abrir un frasco) o unas tenazas que adoptan una forma esférica (para sostener una pelota). Cada forma de asir requiere una combinación precisa de tensiones musculares que adapten la mano a la forma correcta del objeto y lo sostengan firmemente cuando la carga tiende a doblarla hacia atrás. Pensemos en lo necesario para levantar un envase de leche. Si se relaja demasiado la presión que la mano ejerce al asirlo, el recipiente caerá; si se aprieta demasiado, el contenido se derramará. Y con sólo agitarlo un poco, con las yemas de los dedos se puede estimar la cantidad de leche que aún contiene^[10]. No abundaremos más en el tema por ahora, pero baste decir que la lengua, una especie de cuerpo acuoso controlado sólo mediante movimientos de presión, es capaz de realizar operaciones tan complejas como desprender restos de comida que se han quedado entre los molares o ejecutar a la perfección la danza que permite articular palabras como *tintineo* y *zisco*.



«Un hombre corriente se maravilla de las cosas insólitas, un hombre sabio se maravilla de las cosas triviales». Teniendo presente esta sentencia de Confucio, proseguiremos el examen de actos humanos triviales adoptando la actitud con que los observaría un ingeniero en robótica dispuesto a copiarlos. Supongamos que hemos conseguido, de algún modo, construir un robot capaz de ver y moverse. ¿Qué hará con lo que ve? ¿Cómo decidirá actuar?

Un ser inteligente no puede tratar cada objeto que ve como una entidad única y diferente a cualquier otra del universo. Tiene que disponer los objetos en categorías de modo que le sea posible aplicar al objeto, que ahora tiene a su alcance, el conocimiento tan laboriosamente conseguido acerca de objetos similares con los cuales ya se ha encontrado en el pasado.

De todas formas, siempre que se intenta programar un conjunto de criterios para abarcar los miembros de una categoría, ésta se desintegra. Dejemos a un lado conceptos tan escurridizos como son «belleza» o «materialismo, dialéctico», y examinemos un ejemplo de manual sobre qué es una categoría bien definida, por ejemplo, «soltero». Un soltero, desde luego, es simplemente un adulto que nunca se ha casado. De todas formas, imaginemos que un amigo nos pide que invitemos a algún «soltero» a la fiesta que preparamos. ¿Qué sucedería si empleásemos la definición antes expuesta para decidir cuáles de las siguientes personas deben ser invitadas y así satisfacer aquella petición?

Arthur ha vivido feliz con Alice durante los últimos cinco años. Tienen una hija de dos años y nunca se han casado, ni por lo civil ni por la Iglesia.

Bruce, que estaba a punto de ser llamado a filas, decidió con su amiga Barbara visitar a un juez de paz y casarse, para librarse de este modo de ser enviado a Vietnam. De todas formas, nunca han vivido juntos. Ha tenido numerosas parejas y proyecta anular su matrimonio tan pronto como encuentre a alguien con quien quiera casarse.

Charlie tiene diecisiete años, vive en casa de sus padres y cursa estudios universitarios de primer ciclo.

David tiene también diecisiete años. Se marchó de casa a los trece, y abrió un pequeño negocio. En la actualidad es un empresario de éxito que vive como un *playboy* en su dúplex.

Eli y Edgar son una pareja de homosexuales que viven juntos desde hace muchos años.

A Faisal, la ley de su país natal, Abu Dabi, le concede la posibilidad de tener tres esposas. En la actualidad tiene dos y está interesado en conocer a otra potencial consorte.

El Padre Gregory es el obispo de la catedral católica de Groton-upon-Thames.

La lista, que fue elaborada por el ingeniero informático Terry Winograd, muestra claramente que la definición estricta de «soltero» no capta el conjunto de nuestras intuiciones sobre qué se adecúa exactamente a esta categoría^[11].

Saber quién está soltero es cuestión de simple sentido común, aunque nada tiene de corriente. De algún modo, debe abrirse paso en el cerebro humano o en el de un robot. Y el sentido común no es simplemente un anuario de la vida que un maestro dicta o se puede descargar en el ordenador local como una enorme base de datos. No hay base de datos capaz de listar los hechos que conocemos de forma tácita, y nadie tampoco nos los ha enseñado nunca. Cuando, por ejemplo, Irving coloca el perro en el coche, sabemos que ya no está en el porche. Cuando Edna va a la iglesia, acude... con su cabeza. Si Doug está en casa, quiere decir que ha entrado abriendo la puerta, a menos que desde haber nacido nunca hubiera salido. Si Sheila estaba viva a las nueve de la mañana y está viva a las cinco de la tarde, quiere decir que también estaba viva al mediodía. Sabemos que las cebras nunca llevan pijama; que al abrir un frasco de una nueva marca, la crema de cacahuete no se esparcirá por toda la casa; que nadie se pone el termómetro en las orejas y que una colina es más baja que el Kilimanjaro^[12].

Un sistema inteligente, por lo tanto, no puede ser atiborrado con billones de hechos. Debe estar dotado de una pequeña lista de verdades comunes y una serie de reglas que permitan deducir las implicaciones que comportan. Pero las reglas del sentido común, como por ejemplo las categorías, son desalentadoramente difíciles de establecer. Incluso las más claras no logran captar nuestra forma de razonar cotidiana. Mavis vive en Chicago y tiene un hermano llamado Fred. Y Millie vive en Chicago y tiene un hermano que también se llama Fred. Aunque la ciudad de Chicago en la que vive Mavis es idéntica a la ciudad de Chicago donde reside Millie, el Fred que es hermano de Mavis no es el mismo Fred que es hermano de Millie. Si en el coche hay una bolsa, y en su interior un litro de leche, en el coche hay un litro de leche. Pero si en el coche hay una persona, y cinco litros de sangre en el cuerpo de esa persona, parece cuando menos extraño concluir que en el coche hay cinco litros de sangre.

Aun cuando se tuviera que elaborar de forma artesanal un conjunto de reglas capaces de derivar sólo conclusiones sensatas, no resultaría nada fácil usarlas para guiar la conducta de forma inteligente. Ciertamente, un pensador no puede aplicar sólo una regla en un preciso momento. Una cerilla da luz; una sierra corta la madera;

una puerta cerrada se abre con una llave. Pero sin duda nos echaríamos a reír si alguien encendiera una cerilla para mirar dentro de un depósito de gasolina, o serrara las patas de la silla en la que está sentado, o dejara sus llaves dentro del coche y se pasara las horas siguientes pensando el modo de llevar a su familia de paseo. Un pensador tiene que computar no sólo los efectos directos de una acción, sino también los efectos secundarios.

Pero un pensador tampoco puede ponerse a deducir *todos* los efectos secundarios. El filósofo Daniel Dennett proponía el ejercicio de imaginarnos un robot que estuviese diseñado para ir a buscar una batería de repuesto en una habitación donde también hay un bomba de relojería. La versión 1 vio que la batería estaba sobre un vagón con ruedas y que, si sacaba el vagón de la habitación, también se llevaría la bomba. La versión 2 estaba programada para considerar todos los efectos secundarios de sus acciones. Había acabado computando que sacar el vagón de la habitación no cambiaría el color de las paredes y demostró que las ruedas darían más vueltas que ruedas tiene el vagón cuando la bomba explotara. La versión 3 estaba programada para discernir entre implicaciones relevantes e irrelevantes. Se sentó a extraer millones de consecuencias y poner las relevantes en una lista para tenerlas en cuenta y todas las irrelevantes en otra lista de hechos para ignorarlas, mientras el tiempo se iba consumiendo^[13].

Un ser inteligente tiene que deducir las consecuencias de lo que sabe, pero se limita a sacar sólo aquellas que son *relevantes*. Dennett señala que este requisito plantea un profundo problema no sólo para el diseño de robots, sino también epistemológico, es decir, para el análisis de qué modo conocemos. Este problema pasó desapercibido a generaciones enteras de filósofos, que se complacieron en describir la facilidad con que operaba su propio sentido común. Sólo cuando los investigadores activos en el ámbito de la inteligencia artificial se propusieron el reto de duplicar el sentido común en sus ordenadores, la tabula rasa elemental, surgió el enigma que actualmente se conoce como «frame problem» o problema de marco. Pero, aun así, lo cierto es que, de algún modo, resolvemos este problema siempre que nos servimos de nuestro sentido común^[14].



Imaginemos que de algún modo hemos superado estos desafíos y disponemos de una máquina dotada de visión, coordinación motora y sentido común. Ahora debemos averiguar cómo los emplearía el robot. Para ello tenemos que darle motivos.

¿Qué debe desear un robot? La respuesta clásica es la que Isaac Asimov dio en las Leyes Fundamentales de la Robótica, «las leyes que se hallan incorporadas en lo más interno del cerebro positrónico de un robot».

1. Un robot no debe hacer daño a un ser humano o, mediante la inacción, permitir que un ser humano llegue a hacérselo.
2. Un robot tiene que obedecer las órdenes que le dan los seres humanos, salvo en caso de que éstas entren en conflicto con la Primera Ley.
3. Un robot tiene que proteger su propia existencia mientras esta protección no entre en contradicción con la Primera o la Segunda Ley^[15].

Asimov percibió con agudeza que la autoconservación, el imperativo biológico universal, no aparece de forma automática en un sistema complejo, sino que debe ser programada (en este caso, como Tercera Ley). Al fin y al cabo, es igual de fácil construir un robot que sea capaz de inmolarse o suicidarse para eliminar una disfunción, que construir uno que opte siempre por la Primera Ley, y puede que sea aún más fácil; los fabricantes de robots a menudo ven con horror cómo sus creaciones se cercenan indiferentes las extremidades o se aplastan contra las paredes, y una amplia mayoría de las máquinas más inteligentes del mundo, como son los misiles crucero o las bombas inteligentes, están programadas para autodestruirse.

Con todo, la necesidad de establecer las otras dos leyes dista mucho de ser evidente. ¿Por qué dar a un robot una orden para que obedezca órdenes? ¿Por qué no basta con las órdenes originarias? ¿Por qué ordenar a un robot que no haga daño?, ¿no sería más fácil ordenarle en primer lugar que *no* hiciera daño? ¿El universo tiene una fuerza maligna que impulsa a las entidades a obrar con maldad, al extremo de que un cerebro positrónico tenga que ser programado para oponérsele? ¿Es inevitable que los seres inteligentes desarrollen un problema de actitud?

En este caso Asimov, al igual que generaciones de pensadores anteriores, y que todos nosotros, era incapaz de situarse fuera de sus propio procesos de pensamiento y contemplarlos como artefactos de la manera en que se organizan nuestras mentes, y no como leyes ineluctables del universo. La capacidad humana para obrar el mal nunca es ajena a nuestra mente, al punto que resulta fácil pensar que el mal surge con la inteligencia como si fuera una parte de su propia esencia. Se trata de un tema recurrente en toda nuestra tradición cultural, que aparece ya en el mito de Adán y Eva cuando comen de la fruta prohibida del árbol de la sabiduría; en el fuego de Prometeo y la caja de Pandora; en el Golem que se vuelve violento; en el pacto de Fausto; en *El Aprendiz de Brujo*; en la aventuras de Pinocho; en el monstruo de Frankenstein; en los simios asesinos o en el amotinado HAL de *2001: Una odisea del espacio*. Desde la década de 1950 hasta la de 1980, son innumerables las películas que contemplaban la figura del ordenador enloquecido, y captaban de este modo el temor popular de que los inmensos y exóticos ordenadores centrales de aquella época llegaran a ser más inteligentes y poderosos, al punto de que algún día se volverían contra los seres humanos.

En la actualidad, cuando los ordenadores *son ya* en efecto más inteligentes y tienen una mayor potencia, es curioso que aquella angustia haya menguado. Hoy los ordenadores, presentes en todas partes y unidos entre sí por una red mundial, disponen de una capacidad para obrar el mal como nunca antes habían tenido, situación que, en todo caso, sólo puede llegar a ser aún peor. A pesar de ello, la única forma de violencia que ejercen proviene de un caos impredecible o de la malicia humana expresada en la forma de un virus informático. No nos preocupan ya los asesinos electrónicos en serie o las subversivas cabalas de silicio porque empezamos a apreciar que la maldad —al igual que la visión, la coordinación motora y el sentido común— no acompaña gratuitamente la computación, sino que ha de ser programada. El ordenador que ejecuta un programa, como lo hace con el WordPerfect cualquier ordenador de escritorio, se limitará a añadir párrafos salvo que se le haga hacer alguna otra cosa. Su software no mutará de forma clandestina, ni se depravará como sucede con el retrato de Dorian Gray en la obra de Oscar Wilde.

Y aunque pudiera, ¿por qué desearía hacerlo? ¿Para tener qué?... ¿Más discos externos?, ¿el control sobre el sistema ferroviario de un Estado, colmar el deseo de ejercer una absurda violencia contra el técnico que repara la impresora láser?... y tener, luego, que preocuparse por las represalias de los técnicos, quienes con un simple movimiento del destornillador podrían dejarle repitiendo patéticamente la melodía que lleva incorporada en su dispositivo de inicio. Una red de ordenadores, tal vez, podría encontrar cierto amparo en la seguridad que ofrece el gran número de unidades conectadas y planear una toma organizada del poder, pero, ¿qué llevaría a un ordenador a eliminar los datos acumulados en todo el mundo y arriesgarse a ser sacrificado? Además, ¿habría algo que imposibilitara que la propia coalición cibernética fuese minada por prófugos de silicio y objetores de conciencia electrónicos? La agresión, al igual que cualquier otra parte de la conducta humana que consideramos como algo dado, es, en realidad, un problema de ingeniería de los más desafiantes^[16].

Pero, entonces, cabría decir lo mismo en el caso de los motivos más amables y bondadosos. ¿Cómo se podría diseñar un robot que respetara el interdicto de Asimov, según el cual no debe permitir que por su inactividad un ser humano llegue a hacerse daño? La novela que Michael Frayn publicó en 1965, *The Tin Men*, discurre en un laboratorio de robótica, donde los ingenieros especializados en ética robótica, Macintosh Goldwasser y Sinson, se dedican a poner a prueba el altruismo de sus máquinas. En un primer momento, adoptaron de un modo demasiado literal el dilema hipotético que aparece en cualquier manual de filosofía moral, según el cual dos personas en un bote salvavidas, en el que sólo cabe una, morirán ambas a menos que una se arroje al mar. Para comprobar la reacción altruista colocan a cada robot en un bote neumático junto a otro ocupante, bajan el bote a una piscina, y observan qué sucede.

[El] primer intento, Samaritano I, se arrojó por la borda con la mayor diligencia, pero lo hacía para salvar cualquier cosa que tuviese a su lado en la balsa, tanto si eran siete huesecillos de lima como si era un montón de algas marinas. Tras muchas semanas de tenaz razonamiento, Macintosh aceptó que la falta de discriminación era insatisfactoria y que debía abandonar el proyecto Samaritano I y desarrollar el Samaritano II, robot que se sacrificaría sólo por un organismo que fuera por lo menos tan complejo como él.

La balsa se detuvo en su descenso, girando lentamente sobre sí misma a pocos centímetros del agua. «Bájenla», ordenó entonces Macintosh.

La balsa cayó en el agua con gran estruendo. Sinson y Samaritano iban sentados en ella. Poco a poco la balsa se iba hundiendo, hasta que una ligera capa de agua la había cubierto por completo. De repente, Samaritano se inclinó hacia delante y tomó entre sus manos la cabeza de Sinson. Con sólo cuatro movimientos limpios midió el tamaño de su cráneo; luego se detuvo y calculó. Entonces, haciendo un decidido clic, se dejó caer rodando por la borda de la balsa y, sin vacilar, se hundió hasta llegar al fondo de la piscina.

De todas formas, cada vez era más confuso de qué modo los robots Samaritano II llegaban a comportarse igual que si fuesen agentes morales como los que aparecen en los libros de filosofía, sobre todo porque, en realidad, podían serlo todo, salvo agentes morales. Macintosh expuso con estas palabras la razón por la cual no había atado previamente una cuerda a la cintura del robot que se había autoinmolado y facilitar así su posterior recuperación del fondo de la piscina: «Es preciso que no conozca el significado que tiene ser salvado. Además, al hacerlo sólo invalidaría su decisión de inmolarse... De modo que le voy a dejar allí y no lo sacaré, y así podré mostrar a los otros qué significa hablar en serio. Ya he solicitado dos robots más esta misma semana». Calcular qué supondría programar un comportamiento ético como la bondad en un robot, supone no sólo darse cuenta de la ingente cantidad de maquinaria precisa para que sea «bueno», sino también lo escurridizo que es, en principio, el concepto de bondad.

Además, ¿qué decir del motivo más humanitario de todos, el amor? En la literatura de la cultura pop de la década de 1960 los ordenadores, que siempre eran caracterizados como débiles mentales, no están sólo tentados por el egoísmo y el poder, como se aprecia en la divertida canción «Automation» compuesta por Allan Sherman, y cantada como melodía de «Fascination»:

Fue la automatización, creo,
la que hacía funcionar la fábrica.
Era la IBM, era la Univac,
Era todo aquel parloteo cliclaqueante, querida.
Pensaba que la automatización era genial
hasta que pusieron en tu lugar una máquina de diez toneladas.

Fue un ordenador lo que nos separó, querida.
La automatización rompió mi corazón...
Fue la automatización, dijeron,

la razón por la que me echaron y vivo al ras del cielo
cuando la número 503 empezó a parpadear,
¿cómo iba a saber que me estaba guiñando el ojo, querida?
Creí que era sólo un contratiempo en su funcionamiento
cuando se me acercó y se sentó sobre mis rodillas.
Pero cuando dijo «te quiero» y me dio un abrazo, querida,
entonces tiré, tiré con fuerza... y... la máquina desenchufé.

Pero, con toda su mudabilidad lunar y locura, el amor no es ninguna disfunción, fallo o caída del sistema. La mente nunca llega a concentrarse tan maravillosamente como cuando se enamora y ha de hacer toda una serie de intrincados cálculos para llevar a cabo la peculiar lógica de la atracción, el encaprichamiento, el cortejo, la coquetería, la entrega de sí, el compromiso, la inquietud, el flirteo, los celos, el abandono y la angustia del desamor. Y, al final, como solía decir mi abuela, toda llave encuentra su cerradura y la mayoría de las personas —entre ellas ciertamente todos nuestros antepasados— consiguen emparejarse el tiempo suficiente para producir hijos viables. ¡Basta sólo con imaginar cuántas líneas de programación hubieran sido precisas para copiar todo ello!^[17]



Diseñar un robot comporta una cierta toma de conciencia. De hecho, somos proclives a sentir hastío por nuestra vida mental. Abrimos los ojos y se nos presentan artículos familiares; hacemos que nuestros miembros se muevan, y los objetos permanecen como flotantes en su lugar; y apenas acabamos de despertar de un sueño, volvemos a sumirnos en un mundo cómodamente predecible; hasta que Cupido tensa el arco y... lanza la flecha. Pero si pensamos en qué supone para un enorme trozo de materia obtener todos estos resultados improbables, se empieza a clarificar el laberinto de la ilusión. Ni la vista, ni la acción, ni el sentido común, ni la violencia, ni la moralidad, ni el amor son en absoluto accidentes, ni son ingredientes inextricables de una esencia inteligente, como tampoco son para nada una inevitabilidad del procesamiento de información. Cada uno de ellos es un *tour de forcé*, producido por un diseño de nivel superior orientado a metas concretas. Oculta, detrás de los grupos específicos de la conciencia, tiene que haber toda una maquinaria fantásticamente compleja: analizadores ópticos, sistemas destinados a tutelar el movimiento, simulaciones del mundo, bases de datos sobre personas y cosas, priorizadores de metas, reductores de conflictos, por sólo citar algunas entre otras muchas. Toda explicación del funcionamiento de la mente que cifre todas sus esperanzas en una referencia a cierta fuerza rectora única o en un elixir otorgador de mente como, por

ejemplo, la «cultura», el «aprendizaje» o la «autoorganización», empieza a sonar cada vez más hueca, ya que simplemente no está a la altura de las exigencias del despiadado universo que gestionamos con tanto acierto.

En el desafío que plantea el robot se insinúa una mente que está dotada de su equipo originario, si bien es posible que al lector no deje de parecerle un argumento propio de una divagación de café. En efecto, ¿acaso descubrimos signos de esta complejidad, cuando examinamos con detenimiento la maquinaria de la mente y, por decirlo así, los fotocalkos del plano que se han utilizado para montarla? Creo que así es, y lo que vemos en la mente modifica tanto nuestra percepción de la mente como el desafío mismo del robot.

Cuando las áreas destinadas al control de la visión en el cerebro están dañadas, el mundo visual no aparece simplemente borroso o plagado de agujeros, sino que toda una serie de aspectos seleccionados de la experiencia visual se eliminan mientras otros permanecen intactos. Ciertos pacientes ven el mundo completo, pero sólo prestan atención a una parte. Comen, por ejemplo, la comida situada en el lado derecho del plato, se afeitan sólo la mejilla derecha y dibujan un reloj con los doce dígitos de las horas amontonados en los dos cuadrantes de la derecha. Otros pierden la sensación del color, aunque ello no supone que perciban el mundo como si fuese una película en blanco y negro de arte y ensayo. A estos pacientes las superficies les parecen mugrientas y su color se asemeja al pelaje de las ratas, todo lo cual contribuye a que en ellos el apetito y la libido se hallen como muertos. Y hay otros pacientes que si bien perciben que los objetos cambian de posición, no obstante son incapaces de ver cómo se mueven, un síndrome acerca del cual un filósofo intentó convencerme de su imposibilidad lógica. De hecho, para estas personas el vapor que sale de una tetera con agua hirviendo no fluye, sino que se asemeja a un carámbano, y la taza no se llena de té de forma gradual, sino que en un momento está vacía y, al siguiente, llena^[18].

Otros pacientes no reconocen los objetos que ven: el mundo para ellos es como una caligrafía que no descifran. Copian fielmente un ave, pero la identifican como el tocón de un árbol. La acción de dar lumbre para encender un cigarrillo es todo un misterio hasta que el papel y el tabaco prenden. Cuando intentan limpiar de malas hierbas el jardín, arrancan las rosas. Un paciente, por ejemplo, deducía que la imagen que veía en el espejo tenía que ser la suya, aunque no llegaba a reconocerse a sí mismo. Confundía a John F. Kennedy con Martin Luther King, y cuando tenía que acudir con su esposa a una fiesta, le pedía que se pusiese una cinta para poder reconocerla cuando llegara el momento de marchar. Aún más extraño es el caso de un paciente que reconocía el rostro pero no a la persona: veía en su esposa a una impostora que tenía un parecido extraordinario con la auténtica^[19].

Todos estos síndromes son causados por una lesión, generalmente un golpe, en una o más de la treintena de áreas que componen el sistema visual de los primates. Algunas áreas están especializadas en el color y la forma, otras, en la localización

espacial de un objeto, otras en identificarlo y otras en cómo se mueve. Un robot dotado de visión no se puede construir sólo con un visor del tipo ojo de pez como el que aparece en tantas películas, y ciertamente no es una sorpresa que los seres humanos tampoco estemos hechos de esta manera. Cuando echamos una mirada al mundo, no nos dedicamos a desentrañar las múltiples capas de aparatos que subyacen a nuestra experiencia visual unificada, hasta que al producirse una enfermedad neurológica, ésta las secciona y nos permite estudiarlas^[20].

Otro desarrollo en el que se basa nuestra perspectiva procede de las asombrosas similitudes que presentan los gemelos idénticos, los cuales comparten las recetas genéticas que se encargan de construir la mente. En cada uno de los gemelos, la mente presenta una asombrosa semejanza, y no sólo desde el punto de vista de medidas tan someras como el coeficiente de inteligencia y la presencia de rasgos de personalidad como el neuroticismo o la introversión. Los gemelos idénticos muestran un talento igual para las matemáticas o la ortografía, en sus opiniones sobre temas como la segregación racial, la pena de muerte o las madres que trabajan fuera de casa, así como en la elección de una carrera, en sus vicios, pasatiempos, compromisos religiosos y gustos en relación a las personas con las que salen. Los gemelos idénticos son mucho más iguales que los hermanos gemelos, los cuales comparten sólo la mitad de su receta genética y, lo que es aún más sorprendente, conservan esta misma similitud tanto si se crían por separado como si crecen juntos. Los gemelos idénticos, que han sido separados después de nacer comparten rasgos como, por ejemplo, meterse en el agua de espaldas y no adentrarse más en el mar cuando el agua les cubre por encima de las rodillas; se abstienen en las elecciones políticas porque consideran que están poco informados, tienen la misma pasión por contar todo cuanto hay a la vista, se enrolan como bomberos voluntarios y dejan pequeñas notas de amor a sus esposas por toda la casa.

Estos descubrimientos son impresionantes para muchos, incluso increíbles, y ponen en tela de juicio aquel «Yo» autónomo que todos sentimos como suspendido sobre nuestros cuerpos, capaz de elegir a medida que avanzamos en la vida y afectado sólo por los entornos formados por nuestro pasado y presente. Desde luego, la mente no viene equipada con un tal número de diminutas piezas que permita afirmar nuestra predestinación a tirar, por ejemplo, de la cadena del inodoro antes y después de usarlo, o a fingir que nos viene un estornudo en un ascensor repleto de gente —por mencionar sólo otras dos características compartidas por gemelos idénticos que se han criado por separado—, aunque todo parece como si fuera así. Los efectos trascendentales de los genes han quedado documentados en multitud de estudios y se evidencian sin depender del método utilizado para comprobarlos, ya sea éste comparar gemelos que se han criado por separado y otros que han crecido juntos, ya se trate de comparar hermanos gemelos y gemelos idénticos o hijos adoptados y biológicos. Y a pesar de lo que afirman a veces los críticos, estos efectos no son fruto de coincidencias, del fraude o de sutiles similitudes en los entornos familiares (como,

por ejemplo, que las agencias de adopción se hubieran afanado en colocar a gemelos idénticos en hogares que, por referirnos al caso de los dos hermanos, estimularan a los niños a entrar en el mar andando de espaldas). Los descubrimientos, ciertamente, pueden ser mal interpretados de muchas maneras, como, al imaginar la existencia de un gen que sea responsable de dejar notitas de amor por toda la casa o al concluir que las personas no son afectadas por las experiencias que viven. Además, dado que el ámbito de investigación de los gemelos sólo puede medir el modo en que las personas *difieren*, es poco lo que puede decirnos acerca del diseño de la mente que todos compartimos, aunque, al mostrar lo mucho que varía en su naturaleza innata, estos descubrimientos nos fuerzan a abrir, los ojos al volumen estructural que debe de tener la mente^[21].

La ingeniería inversa de la psique

La estructura de la mente es el tema de este libro, y su idea esencial se puede expresar así: la mente es un sistema de órganos de computación, diseñado por la selección natural para resolver aquellos tipos de problemas con los que se enfrentaron nuestros antepasados en su modo de vida como cazadores-recolectores; en particular, el conocimiento y el manejo de objetos, animales, plantas y otros individuos de la misma especie. El índice de contenidos de este enunciado se puede descomponer en varias afirmaciones. La mente es lo que el cerebro hace, y cabría añadir que, específicamente, el cerebro procesa información y pensar es un modo de computar. La mente se halla organizada en módulos u órganos mentales, cada uno de los cuales tiene un diseño especializado que le hace ser un experto en un ámbito concreto de la interacción con el mundo. La lógica básica de los módulos es la especificada por nuestro programa genético. Su funcionamiento fue configurado por selección natural para resolver los problemas de la vida que nuestros antepasados tuvieron como cazadores y recolectores, y que abarcó la mayor parte de nuestra historia evolutiva. Además, los diversos problemas de nuestros antepasados eran como subtareas de un gran problema que tenían planteado los genes, a saber, maximizar el número de copias que pasaban a la siguiente generación.

Desde este punto de vista, la psicología es, por decirlo así, una ingeniería inversa. En la ingeniería proyectual se diseña una máquina para hacer algo; la ingeniería inversa trata de averiguar la función para la que una máquina fue diseñada. De hecho, es lo que hacen los científicos industriales de la Sony cuando la Panasonic anuncia el lanzamiento de un nuevo producto, o viceversa. Compran uno, lo llevan al laboratorio, lo desmontan e intentan averiguar cuál es la finalidad que cumplen todas las piezas y de qué modo se combinan para hacer que el aparato funcione. Además, este procedimiento es empleado por todos nosotros cuando nos hallamos ante un

nuevo artilugio. Al rebuscar en un viejo almacén, por ejemplo, damos con un ingenio que resulta impenetrable hasta que averiguamos para qué fue diseñado. Cuando caemos en la cuenta de que se trata de un deshuesador de aceitunas, de pronto comprendemos que el anillo de metal estaba diseñado para ceñir la aceituna y que la palanca baja una cuchilla en forma de X por un extremo, de modo que el hueso salga por el otro. Las formas y la disposición de los resortes y los muelles, las bisagras y las charnelas, las hojas y las cuchillas, las palancas y los anillos cobran sentido cuando se produce una intuición satisfactoria y, entonces, llegamos a comprender además por qué las aceitunas envasadas tienen una incisión en forma de X en uno de sus extremos^[22].

En el siglo XVII, William Harvey descubrió que las venas tenían válvulas, y de ello dedujo que las válvulas debían de estar allí para permitir la circulación de la sangre. Desde entonces hemos avanzado en la comprensión del cuerpo como una máquina maravillosamente compleja, como un ensamblaje de muelles, resortes, manguitos, tirantes, poleas, palancas, juntas, bisagras, enchufes, depósitos, cañerías, válvulas, fundas, bombas, intercambiadores y filtros. Aun en nuestros días nos deleitamos aprendiendo cuál es la función de todas aquellas partes misteriosas. ¿Por qué tenemos, por ejemplo, orejas asimétricas y llenas de pliegues cartilagosos? Para filtrar las ondas de sonido que provienen de direcciones diferentes y de modos también distintos. Los matices de la zona de sombra del sonido permiten al cerebro saber si la fuente emisora se halla arriba o abajo, delante o detrás de nosotros. La estrategia de la ingeniería inversa del cuerpo humano ha proseguido, durante las últimas cinco décadas del siglo XX, entregada a la exploración de la nanotecnología de la célula y las moléculas de la vida. La materia de la vida, en este sentido, resultó no ser ya un gel trémulo, fulgurante y maravilloso, sino un artilugio de diminutos utillajes, resortes, bisagras, varillas, láminas, imanes, cremalleras y escotillas, todos ensamblados por una cinta de datos cuya información es copiada, descargada y explorada^[23].

La justificación lógica de la ingeniería inversa la dio Charles Darwin al mostrar cómo los «órganos de una perfección y complejidad extremas, que justamente exaltan nuestra admiración» surgen no de la previsión divina, sino de la evolución de replicantes durante un período de tiempo inmenso. A medida que éstos se replican, la tasa de supervivencia y reproducción del replicante tiende a acumularse de una generación a otra. Las plantas y los animales son replicantes, y su complejo mecanismo parece responder a una ingeniería que les permite sobrevivir y reproducirse.

Darwin hizo hincapié en que esta teoría explicaba no sólo la complejidad del cuerpo de un animal, sino la complejidad de su mente. «La psicología debe basarse en un nuevo fundamento», predijo, como es de todos conocido, al final de *El origen de las especies*^[24]. Con todo, la predicción de Darwin todavía no se ha cumplido plenamente. Más de un siglo después de que escribiera aquellas palabras, el estudio

de la mente carece en su mayor parte de una orientación darwinista, y a menudo hace de ello una bandera asegurando que la evolución es irrelevante, una mera depravación moral, o que sólo es adecuada para especulaciones de café mientras se bebe una cerveza al final de la jornada. Esta alergia a la evolución en las ciencias sociales y cognitivas ha sido, en mi opinión, un obstáculo para el conocimiento. La mente es un sistema exquisitamente organizado, capaz de llevar a cabo proezas notables que ningún ingeniero ha logrado aún copiar. ¿Cómo puede ser que las fuerzas que dieron forma a este sistema, y los propósitos a los que responde su diseño, sean irrelevantes para su comprensión? El pensamiento evolucionista es imprescindible, aunque no en la forma que muchos piensan —cuando sueñan, por ejemplo, en eslabones perdidos o cuentan historias sobre las etapas del Hombre—, sino en la forma de una meticulosa ingeniería inversa. Sin ella somos como el cantante de «The Marvelous Toy» de Tom Paxton, que recuerda viejas historias de su pasada infancia: «Cuando se movía se convertía en *zip* y en *pop*, cuando se paraba, y en *whirrr*, cuando se mantenía de pie; nunca supe qué era y creo que nunca lo sabré».

El desafío darwinista ha llegado a ser aceptado tan sólo en los últimos años, dando lugar a un nuevo enfoque al cual el antropólogo John Tooby y la psicóloga Leda Cosmides dieron el nombre de «psicología evolutiva»^[25]. La psicología evolutiva conjuga dos revoluciones científicas: la psicología cognitiva de las décadas de 1950 y 1960, que explica los mecanismos del pensamiento y la emoción en términos de información y computación, y la revolución propia de la biología evolutiva de las décadas de 1960 y 1970, que explica el complejo diseño adaptativo de los seres vivos en términos de selección entre replicantes^[26]. Unir ambas ideas constituye una combinación muy potente. La ciencia cognitiva nos ayuda a comprender cómo es posible la mente y de qué clase es la que tenemos. La biología evolutiva nos ayuda a comprender *por qué* tenemos la clase de mente que tenemos.

La psicología evolutiva de este libro es, en cierto sentido, un desarrollo directo de la biología al centrarse en un órgano, la mente, de una especie, el *Homo sapiens*. Pero en otro sentido es una teoría radical que descarta el modo en que se han formulado durante más de un siglo las cuestiones relacionadas con la mente. Las premisas que sustentan este libro tal vez no sean las que el lector cree. Pensar es computar, pero ello no significa que el ordenador sea la metáfora más idónea para la mente. Es más apropiado decir que es un conjunto de módulos, aunque no se trate de cajas encapsuladas o especímenes circunscritos en la superficie del cerebro. La organización de nuestros módulos mentales proviene de nuestro programa genético, pero ello no significa que exista un gen responsable de cada rasgo o que el aprendizaje sea menos importante de lo que solemos pensar. La mente es una adaptación diseñada por la selección natural, aunque con ello no se quiere significar que todo cuanto pensamos, sentimos y hacemos sea adaptativo desde un punto de vista biológico. Evolucionamos a partir de los simios, pero ello no significa que tengamos la misma mente que los monos. Además, la finalidad última de la selección

natural es propagar los genes, aunque ello no significa que la meta final de los humanos se limite a propagar genes. Si me permiten, les mostraré a continuación la razón de por qué no es así.



Este libro trata del cerebro, pero no se hablará mucho de neuronas, hormonas y neurotransmisores, porque la mente no es el cerebro, sino lo que el cerebro hace, aunque tampoco es cualquiera de las cosas que hace, como por ejemplo, metabolizar grasas y desprender calor. Si la década de 1990 ha sido denominada la Década del Cerebro —y es preciso recordar que no hay una Década, por ejemplo del Páncreas— es porque la condición especial del cerebro se debe a una cosa muy especial que el cerebro hace y que nos permite ver, pensar, sentir, elegir y actuar. Este algo especial es el procesar información o computación^[27].

La información y la computación residen en modelos de datos y en relaciones lógicas que son independientes del medio físico que las transporta. Cuando llamamos por teléfono a nuestra madre que se halla en otra ciudad, el mensaje es el mismo que si saliera directamente de nuestros labios a sus oídos, aunque cambie físicamente de forma, pasando de ser vibración que reverbera en el aire a electricidad en un cable, carga eléctrica en silicio, luz oscilante en un cable de fibra óptica, ondas electromagnéticas y, luego, vuelve pasando por lo mismo aunque en orden inverso. En un sentido similar, el mensaje continúa siendo el mismo cuando ella lo repite a nuestro padre, que está sentado en el otro extremo del diván, después de que haya cambiado nuevamente de forma en el interior de su cabeza transformándose en una cascada de actividad neuronal y en productos químicos que se difunden por las sinapsis. Así mismo, un programa dado puede funcionar en ordenadores hechos con válvulas electrónicas, conmutadores electromagnéticos y circuitos integrados, o con palomas mensajeras bien adiestradas, y lleva a cabo las mismas cosas por idénticas razones.

Esta nueva perspectiva fue expresada en primer lugar por el matemático Alan Turing, los cibernéticos Alan Newell, Herbert Simón y Marvin Minsky, así como por los filósofos Hilary Putnam y Jerry Fodor, y, en la actualidad, recibe el nombre de *teoría computacional de la mente*^[28]. Se trata de una de las grandes ideas de la historia intelectual, ya que resuelve uno de los enigmas que constituyen el «problema mente-cuerpo»: ¿de qué modo unir el mundo etéreo del significado y la intención (acción intencional), la materia de la que está hecha nuestra vida mental, con un enorme trozo de materia física como es el cerebro? Si nos preguntamos por qué tomó Bill el autobús, no hay otra respuesta que ésta: porque quería visitar a su abuela y sabía que el autobús le llevaría hasta allí, porque si detestara visitarla o si supiera que la ruta del autobús había variado, su cuerpo no viajaría en este autobús. A lo largo de milenios la unión entre el cuerpo y la mente ha sido una paradoja. Entidades como

«querer visitar a su abuela» y «saber que el autobús lleva hasta la casa de la abuela» son incoloras, inodoras e insípidas, pero al mismo tiempo son *causas* de sucesos físicos, tan potentes como una carambola entre las bolas del billar.

La teoría computacional de la mente resuelve esta paradoja: afirma que las creencias y los deseos son *información*, encarnada como configuraciones de símbolos, los cuales son estados físicos de fragmentos de materia, como chips de un ordenador o neuronas en el cerebro, y simbolizan cosas del mundo porque son activados por esas cosas a través de nuestros órganos sensoriales y por lo que hacen una vez que han sido activados. Si los fragmentos de materia que los constituyen se disponen de tal forma que chocan contra fragmentos de materia que se hallan unidos a los músculos, de ello resulta el comportamiento. La teoría computacional de la mente permite, por tanto, mantener las creencias y los deseos en las explicaciones que damos del comportamiento, al tiempo que las enraíza plenamente en el universo físico. Permite al significado ser causa y ser causado.

La teoría computacional de la mente es indispensable a la hora de abordar cuestiones que anhelamos responder. Los neurocientíficos gustan de señalar que todas las partes del córtex cerebral tienen un aspecto muy similar, y con ello se refieren no sólo a las diferentes partes del cerebro humano, sino a los cerebros de animales diferentes. De ahí se podría extraer la conclusión de que la actividad mental es igual en todos los animales, aunque sería mejor concluir que no podemos simplemente examinar una pequeña parcela del cerebro e interpretar la lógica en el intrincado modelo de conectividad que es el responsable de que cada parte haga una cosa distinta. Del mismo modo que todos los libros son, desde un punto de vista físico, sólo combinaciones diferentes de los mismos setenta y cinco caracteres más o menos, y todas las películas son, también desde un punto de vista físico, sólo modelos diferentes de cargas eléctricas en las pistas de una cinta de vídeo, la colosal maraña de filamentos del cerebro puede parecer indiferenciada cuando se la examina hebra por hebra. El contenido de un libro o una película descansa en la *configuración* de marcas de tinta o de cargas magnéticas, y aparece sólo cuando la obra es leída o visionada. De un modo similar, el contenido de la actividad del cerebro descansa en las configuraciones de conexiones y actividad entre las neuronas. Las diferencias mínimas en los detalles de las uniones pueden causar que áreas cerebrales muy parecidas en su aspecto implementen programas muy diferentes. Sólo cuando el programa se halla en aplicación se evidencia la coherencia. Como Tooby y Cosmides escribieron:

Las aves migran guiadas por las estrellas, los murciélagos se orientan según factores acústicos, las abejas computan la variación en las manchas de las flores, las arañas tejen telas, los seres humanos hablan, las hormigas cultivan, los leones cazan en grupo, los leopardos lo hacen en solitario, los gibones son monógamos, los caballitos de mar son poliándricos, los gorilas son polígamos... Sobre la tierra hay millones de especies animales, cada una de ellas con un conjunto diferente de programas cognitivos y *el mismo tejido neural básico plasma todos estos programas*, al tiempo que podría soportar otros muchos. Los detalles sobre las propiedades de las neuronas, los neurotransmisores y el desarrollo celular no pueden decirnos cuál es de

entre estos millones de programas el que contiene la mente humana. Si bien toda la actividad neural es la expresión de un proceso uniforme que tiene lugar a nivel de las células, lo realmente importante es la disposición de las neuronas, ya se trate del trinar de las aves o de los programas que guían a la araña en el tejer de su tela²⁹¹.

¡Ciertamente esto no implica, desde luego, que el cerebro sea irrelevante para comprender la mente! Los programas son reuniones de simples unidades procesadoras de información, diminutos circuitos que se pueden añadir y adecuarse a un diseño, activar algún otro circuito o llevar a cabo otras operaciones lógicas y matemáticas elementales. Lo que estos microcircuitos pueden hacer depende sólo de qué estén hechos. Los circuitos constituidos por neuronas no pueden hacer exactamente lo mismo que los circuitos hechos de silicio, y viceversa. Por ejemplo, un circuito de silicio es más rápido que otro neuronal, aunque este último puede adecuarse a una configuración más larga que otro de silicio. Estas diferencias se amplían a través de los programas construidos a partir de los circuitos y afectan a la rapidez y soltura con que los programas realizan varias cosas, aun cuando no determinen exactamente las cosas que hacen. En mi opinión, aunque el tejido cerebral no es irrelevante para conocer la mente, sí resulta insuficiente. La psicología, en tanto que análisis del software mental, tendrá que perforar un buen trozo de montaña antes de poder reunirse con los neurobiólogos que están abriendo también un túnel desde el otro extremo de este mismo ámbito.

La teoría computacional de la mente no es lo mismo que la tan desdeñada «metáfora del ordenador». Tal como han señalado muchos críticos, los ordenadores son seriales, hacen una única cosa al mismo tiempo, mientras que los cerebros funcionan en paralelo, hacen millones de cosas a la vez. Los ordenadores son rápidos, los cerebros, lentos. Las partes que componen un ordenador son fiables, las que componen el cerebro llevan ruido incorporado. Los ordenadores cuentan con un número limitado de conexiones, los cerebros tienen billones. Los ordenadores son montados siguiendo unos planos, los cerebros deben montarse solos. Así es, y los ordenadores vienen en cajas de color pastel y disponen de ficheros AUTOEXEC. BAT y activan salvapantallas con tostadoras aladas que recorren el monitor mientras no está en uso la unidad central de procesamiento; los cerebros, en cambio, no. De hecho, lo que con ello se afirma no es que el cerebro sea como un ordenador de los que se pueden adquirir en el mercado, sino, más bien que los cerebros y los ordenadores incorporan inteligencia por mor de algunas razones idénticas. Para explicar cómo vuelan las aves, invocamos los principios de la fuerza ascensional y la resistencia aerodinámica, así como la mecánica de fluidos que también explica cómo vuelan los aviones, pero todo ello no nos obliga a aplicar la metáfora del avión —debidamente completada con la propulsión a chorro y el servicio de los auxiliares de vuelo— al hablar de las aves.

En ausencia de la teoría computacional resulta imposible descifrar la evolución de la mente. La mayoría de intelectuales cree firmemente que la mente humana escapó

de algún modo al proceso evolutivo. Para ellos la evolución sólo puede fabricar insectos insensatos y pautas de acción fijas: un instinto sexual, un impulso agresivo, un imperativo territorial, gallinas que empollan los huevos y patitos que siguen a sus madres. En su opinión, la conducta humana es demasiado flexible y sutil para ser un producto de la evolución; debe provenir de alguna otra parte, por poner un ejemplo, de la «cultura». Pero, si resulta que la evolución nos dotó no con impulsos irresistibles y rígidos reflejos sino con un ordenador neuronal, de hecho todo cambia. Un programa es una dotación intrincada de operaciones lógicas y estadísticas que son dirigidas por medio de comparaciones, pruebas, ramificaciones, bucles y subrutinas incorporadas en otras subrutinas. Los programas informáticos desde la interfaz Macintosh hasta la simulación meteorológica y los programas que reconocen el habla y responden a preguntas en nuestro idioma, nos dan una pista de la fineza y potencia de que es capaz la computación. El pensamiento y el comportamiento humanos, por muy sutiles y flexibles que sean, podrían ser el producto de un programa muy complejo, y este programa puede muy bien haber sido la dotación con la que nos ha equipado la selección natural. El imperativo característico de la biología no es normativo, sino del tipo «si... entonces... si no...».



La mente, y creo que esto merece atención, no es un órgano único sino un sistema de órganos, que podemos pensar como facultades psicológicas o módulos mentales. Las entidades que actualmente se suelen evocar para explicar la mente, a saber, la inteligencia general, una cierta capacidad para la cultura y las estrategias de aprendizaje polivalentes o universales, desaparecerán como la teoría del protoplasma desapareció de la biología o la teoría de los cuatro elementos del ámbito de la física. Estas entidades son tan difusas, en comparación con el fenómeno exacto que pretenden explicar, que para ser operativas se les debe conceder poderes casi mágicos. Cuando los fenómenos se ponen bajo las lentes de un microscopio, descubrimos que la textura compleja del mundo cotidiano es sostenida no por una única sustancia, sino por muchas capas de maquinaria muy elaborada. Ya hace tiempo que los biólogos sustituyeron el concepto de un omnipotente protoplasma por el concepto de mecanismos funcionalmente especializados. Los sistemas de órganos del cuerpo realizan sus tareas porque cada uno de ellos está construido siguiendo una estructura particular diseñada a medida de la tarea que deben ejecutar. El corazón hace circular la sangre por el cuerpo porque está construido como una bomba hidráulica; los pulmones oxigenan la sangre al haber sido construidos como intercambiadores de gases. Los pulmones no pueden bombear la sangre ni el corazón oxigenarla. Esta especialización se reproduce a todos los niveles. El tejido del corazón difiere del pulmonar, las células del corazón difieren de las pulmonares, y muchas de las moléculas que constituyen las células del músculo cardíaco difieren de

las que forman los pulmones. Si esto no fuera cierto, los órganos del cuerpo no funcionarían^[30].

Así como un hombre de muchos oficios no domina ninguno, lo mismo se puede afirmar de nuestros órganos mentales y de los órganos físicos. El desafío que supone el robot también rubrica esta afirmación, ya que construir un robot plantea muchos problemas de ingeniería de programación, y para resolverlos son precisas diferentes estratagemas.

Tomemos, por ejemplo, el primer problema que hemos planteado, el sentido de la vista. Una máquina dotada de visión tiene que resolver un problema denominado óptica inversa. La óptica común es aquella disciplina de la física que permite predecir cómo un objeto con una cierta figura, hecho de un cierto material e iluminación proyecta el mosaico de colores que denominamos imagen retínica. La óptica es una disciplina bien conocida, que se aplica al dibujo, la fotografía ingeniería de telecomunicaciones y, en fecha más reciente, a la infografía y la realidad virtual. Con todo, el cerebro tiene que resolver el problema *opuesto*. El input es la imagen retínica y el output es una especificación de los objetos del mundo y de qué están hechos, es decir, lo que sabemos que estamos viendo. Toda la dificultad estriba en esto. La óptica inversa es lo que los ingenieros denominan «un problema mal planteado». En su aspecto literal carece de solución. Al igual que es fácil multiplicar algunos números y expresar el producto, pero imposible a partir de un producto enunciar los números que se han multiplicado para obtenerlo, la óptica es una disciplina fácil, pero la óptica inversa, imposible. Y, con todo, el cerebro la aplica cada vez que abrimos la nevera y sacamos un tarro. ¿Cómo puede ser?^[31]

La respuesta es que *el cerebro aporta la información que falta*, es decir, la información sobre el mundo en que evolucionamos y el modo en que éste refleja la luz. Si el cerebro visual «supone» que vive en un tipo de mundo determinado —un mundo iluminado de manera regular y constituido en su mayor parte por partes rígidas con superficies lisas y redondeadas, coloreadas de modo uniforme—, puede formular conjeturas acertadas sobre lo que hay ahí fuera. Tal como vimos anteriormente, resulta imposible distinguir el carbón de la nieve al examinar la luminosidad de sus proyecciones retínicas. Pero pongamos por caso que existe un módulo capaz de percibir las propiedades de las superficies y que lleva incorporado el siguiente supuesto: «el mundo se halla iluminado de modo uniforme y suave». El módulo puede resolver, el problema del carbón y la nieve en sólo tres etapas: primero, sustrayendo cualquier gradiente de luminosidad desde un extremo de la escena hasta el otro; segundo, estimando a continuación el nivel medio de luminosidad del conjunto de la escena; y tercero, finalmente, calculando la sombra de gris de cada mancha restando su luminosidad de la luminosidad media. Las mayores desviaciones con valor positivo respecto de la media son visualizadas como cosas blancas, mientras que las mayores desviaciones negativas lo son como negras. Si la iluminación es realmente uniforme y suave, estas percepciones registrarán las

superficies del mundo de forma exacta. Dado que el planeta satisfizo, en mayor o menor grado, el supuesto de la iluminación uniforme a lo largo de eones de tiempo, la selección natural acertó al incorporar este supuesto^[32].

El módulo de percepción de superficies resuelve un problema irresoluble, pero para ello debe pagar un precio. El cerebro ha abandonado cualquier pretensión de ser un solucionador de problemas. Se le ha equipado con un dispositivo que percibe la naturaleza de las superficies en las condiciones características de la tierra porque se ha especializado en este restringido problema. Basta con cambiar ligeramente el problema, y el cerebro ya no lo resolverá. Pongamos, por ejemplo, que situamos a una persona en un mundo que no se halla envuelto por la luz solar, sino por un mosaico de luces astutamente dispuesto. Si el módulo de percepción de la superficie supone que la iluminación es uniforme, se vería seducido a alucinar la existencia de objetos que no son. ¿Podría suceder, en realidad, algo así? De hecho, sucede cada día. Denominamos a estas alucinaciones pase de diapositivas, películas y televisión (que se completa con la ilusión del negro que antes expusimos). Al mirar la televisión, contemplamos fijamente un trozo de vidrio trémulo y reluciente, pero nuestro módulo de percepción de superficies le cuenta al resto de nuestro cerebro que lo que estamos viendo son personas y lugares reales. El módulo queda al descubierto, pues, en lugar de aprehender la naturaleza de las cosas, confía en su velo de engaño. Este velo de engaño está tan profundamente incorporado en el interior del funcionamiento de nuestro cerebro visual que no podemos borrar los supuestos que lleva inscritos. Incluso una persona que dedica todo su tiempo libre a ver la televisión en su casa, llegará al final de sus días sin que el sistema visual «aprenda» que la televisión es un vidrio que brilla gracias a todos sus puntos fosforescentes, y esa persona nunca disipará la ilusión que le induce a creer que detrás del cristal existe todo un mundo.

Los demás módulos mentales precisan de sus propios velos de engaño para resolver los problemas irresolubles que se les plantean. Un médico que quiera averiguar cómo se mueve el cuerpo cuando se contraen los músculos tiene que solucionar problemas de cinemática (geometría del movimiento) y de dinámica (los efectos de la fuerza). Pero un cerebro que tiene que descifrar cómo contraer los músculos para hacer que el cuerpo se mueva tiene que resolver los problemas en los ámbitos de la cinemática y la dinámica *inversas*: debe saber qué fuerzas se deben aplicar a un cuerpo para hacer que se mueva siguiendo una trayectoria determinada. Al igual que la óptica inversa, la cinemática y la dinámica inversas son problemas mal planteados. Nuestros módulos motores los solucionan haciendo suposiciones extrañas pero razonables, no ya suposiciones sobre la iluminación, sino sobre los cuerpos en movimiento.

Nuestro sentido común acerca de las otras personas es una especie de psicología intuitiva en la que intentamos inferir cuáles son las creencias y deseos de la gente a partir de lo que hacen, e intentamos predecir qué harán a partir de nuestras conjeturas sobre sus creencias y deseos. Esta psicología intuitiva, con todo, tiene que suponer

que los demás *tienen* creencias y deseos, al tiempo que debe tenerse presente que no podemos sentir sensorialmente una creencia o deseo en la cabeza de otra persona como si oliésemos sardinas. Si no viéramos el mundo social a través de las lentes de este supuesto seríamos como los robots de la generación Samaritano I, que se inmolaban para salvar un saco con semillas o como los Samaritano II, que se arrojaban por la borda para salvar cualquier objeto que tuviese una cabeza de aspecto humano, incluso si ésta pertenecía a una gran muñeca hinchable. (Más adelante veremos que hay personas que padecen un cierto síndrome que se caracteriza por la falta del supuesto de que las personas tienen mentes, y *se evidencia en el hecho de tratar* a los demás como si fueran muñecos hinchables). Nuestros sentimientos de amor hacia los miembros de nuestra familia incorporan cierto supuesto acerca de las leyes del mundo natural, en concreto, una inversión de las leyes comunes de la genética. Los sentimientos familiares están diseñados para ayudar a nuestros genes a reproducirse, pero no podemos ver ni oler los genes. Los científicos utilizan la genética para deducir cómo los genes se distribuyen entre los organismos (por ejemplo, la meiosis y el sexo son la causa de que la descendencia de una pareja comparta un cincuenta por ciento de sus genes); nuestras emociones sobre la familia usan un tipo de genética inversa para averiguar cuál de los organismos con los que interactuamos es probable que comparta nuestros genes (por ejemplo, si alguien parece tener los mismos padres que nosotros, se le tratará como si su bienestar genético coincidiera en parte con el nuestro). En capítulos posteriores volveré a incidir sobre estos temas. La mente tiene que construirse con partes especializadas porque tiene que resolver problemas especializados. Sólo un ángel podría satisfacer los requisitos de un solucionador de problemas. A nosotros, mortales, no nos queda más remedio que hacer conjeturas falibles a partir de una información cuyo carácter es fragmentario. Cada uno de nuestros módulos mentales resuelve su problema irresoluble a base de confiar en cómo funciona el mundo, haciendo suposiciones que son indispensables pero indefendibles, dado que la única defensa posible es que las suposiciones fueron lo bastante buenas y acertadas para el mundo en que vivieron nuestros antepasados.

El término «módulo» sugiere componentes desprendibles y, al tiempo, engastados, lo cual le hace ser equívoco. Los módulos mentales probablemente no son visibles a simple vista, como sucedería si fuesen territorios circunscritos en la superficie del cerebro o regiones bien diferenciadas como el solomillo o la espalda de ternera en la sección de carnes de un supermercado. Un módulo mental probablemente se parece más a un canal viario desparramado de modo difuso por entre las protuberancias y grietas del cerebro; o puede introducirse en regiones que se hallan interconectadas por fibras responsables de que las regiones actúen como una unidad. La belleza del procesamiento de información radica en la flexibilidad de su exigencia de sedes físicas localizadas. Al igual que la dirección de una empresa puede diseminarse por lugares enlazados mediante una red de telecomunicaciones, o

al igual que en un ordenador un programa informático se almacena fragmentado en diferentes partes del disco duro, o memoria ROM, la circuitería subyacente a un módulo psicológico puede distribuirse por el cerebro de un modo espacialmente aleatorio. Además los módulos mentales no tienen que estar aislados unos de otros, ya que se comunican sólo a través de unos pocos conductos estrechos. (Se trata de una acepción especializada de «módulo» que muchos científicos cognitivistas han debatido, siguiendo la definición dada por Jerry Fodor)^[33]. Los módulos se definen por las cosas especiales que hacen con la información que tienen disponible, no necesariamente por la tipología de la información de que disponen.

Noam Chomsky, con su propuesta de un «órgano mental», permitió superar la torpeza implícita en la metáfora de un «módulo mental»^[34]. Un órgano del cuerpo es una estructura especializada hecha a medida para llevar a cabo una función particular. Con todo, nuestros órganos no vienen envasados en bolsas como los menudillos de pollo, sino que están integrados en un todo complejo. El cuerpo se halla compuesto por sistemas que se dividen en órganos que están formados por tejidos constituidos a su vez a base de células. Ciertos tipos de tejidos, como el epitelio, se utilizan, con modificaciones, en muchos órganos. Ciertos órganos, al igual que la sangre y la piel, interactúan con el resto del cuerpo a través de una extensa interfaz convoluta (helicoidal), y no pueden ser englobados por una línea de puntos. A veces es confuso saber dónde acaba un órgano y dónde empieza otro, o qué tamaño debe tener un pedazo de cuerpo para poder ser denominado órgano. (¿La mano es un órgano? Y ¿el dedo? Y ¿la falange del dedo?) De todas formas sólo se trata de pedantes cuestiones terminológicas, y ni los anatomistas ni los fisiólogos ha desperdiciado su tiempo en este tipo de cosas. Lo cierto, con todo, es que el cuerpo no es una masa de carne en conserva, sino que cuenta con una estructura heterogénea formada por muchas partes especializadas. Todo esto probablemente sea también cierto en el caso de la mente. Tanto si establecemos fronteras claras y precisas para los componentes de la mente como si no, lo cierto es que la mente tampoco está hecha de carne en conserva mental, sino que cuenta con una estructura heterogénea formada por muchas partes especializadas.



Los órganos de nuestro cuerpo deben su complejo diseño a la información contenida en el genoma humano, y, a mi entender, lo mismo sucede con los órganos mentales. Además, no aprendemos a tener páncreas ni tampoco aprendemos a tener un sistema visual, a adquirir el lenguaje, el sentido común o los sentimientos de amor, amistad y justicia. Si bien no hay un único descubrimiento que pruebe esta afirmación (y tampoco que demuestre que el páncreas está estructurado de manera innata), son muchas las líneas de indicios y hechos que convergen en demostrar que así es. La que más me impresiona es el desafío de construir un robot. Todos y cada

uno de los problemas importantes que soluciona la mente resultan irresolubles si no tiene incorporados supuestos relativos a las leyes que rigen en ese ámbito de interacción con el mundo. Todos los programas que han diseñado los investigadores en el campo de la inteligencia artificial han sido desarrollados para un dominio particular como, por ejemplo, el lenguaje, la visión, el movimiento o uno de los muchos y diferentes tipos de sentido común. En el ámbito de la investigación en inteligencia artificial, por otro lado, el orgulloso padre de un programa informático a veces termina por ofrecerlo como una simple «demo» de un sistema universal que será fascinantemente potente y que se construirá en un futuro, aunque cualquier otra persona activa en este ámbito considera generalmente todo ese bombo publicitario de lanzamiento simplemente como un fracaso. Tanto es así, que resulta fácil profetizar que nadie construirá nunca un robot humano, quiero decir un robot *realmente* humano, a menos que se le dote de sistemas computacionales adaptados a los diferentes problemas^[35].

A lo largo de las páginas de este libro nos adentraremos en otras líneas de aportación de pruebas que permitan demostrar que nuestros órganos deben su diseño básico al programa genético humano. Ya se ha mencionado anteriormente que gran parte de la magnífica estructura de la personalidad e inteligencia humana la comparten, por ejemplo, gemelos idénticos criados por separado y ello permite afirmar que esta estructura es estatuida por los genes. Los bebés y los niños mayores, cuando son examinados utilizando ingeniosos métodos, demuestran tener un dominio precoz de las categorías fundamentales del mundo tanto físico como social, y a veces dominan información que nunca antes les ha sido presentada. Las personas tienen muchas creencias que están reñidas con su experiencia aunque eran ciertas en el entorno en el cual evolucionamos, de modo que persiguen metas que subvierten su propio bienestar pero que eran adaptativas en aquel entorno evolutivo anterior. Y, contrariamente a la extendida opinión de que las culturas pueden variar de manera arbitraria y sin límite, un examen exhaustivo de la literatura etnográfica demuestra que los pueblos del mundo comparten una psicología universal a un nivel de detalle sorprendente^[36].

Con todo, de la afirmación según la cual la mente tiene una estructura innata compleja, *no* se desprende que el aprendizaje tenga un papel insignificante. Formular la cuestión de modo que la estructura innata y el aprendizaje entren en contraposición o sean alternativas o, lo que es igualmente funesto, ingredientes o fuerzas interactivas complementarias, es un craso error. Y esto no equivale a que la afirmación de la existencia de una interacción entre la estructura innata y el aprendizaje (o entre herencia y entorno, naturaleza y educación, biología y cultura) sea literalmente errónea, sino que más bien pertenece a la categoría de las ideas que son tan garrafales que ni siquiera llegan a ser ya erróneas.

Imaginemos el siguiente diálogo:

«Este nuevo ordenador es un dechado de sofisticación tecnológica. La velocidad del procesador es de quinientos megahertzios, tiene una gyga de memoria RAM, un trillón de bites para almacenar información, tarjeta gráfica y realidad virtual tridimensional, salida de voz, acceso a Internet sin cables, es experto en una docena de temas y lleva incorporadas las ediciones de la Biblia, la *Encyclopaedia Bvitannica*, la *Famous Quotations* de Bartlett y las obras completas de Shakespeare. Se han empleado miles de horas de programación especializada en su diseño».

«¡Oh! Si no le entiendo mal, me está diciendo que no importa lo que introduzca en el ordenador; con toda esta estructura incorporada, el entorno no puede ser muy importante, y siempre hará lo mismo, con independencia de qué se introduzca por medio del teclado».

La respuesta es un absurdo más que evidente. El hecho de disponer de mucha maquinaria incorporada hará que el sistema responda de una forma *más*, y no menos, inteligente y flexible a sus inputs. Con todo, la respuesta del interlocutor capta el modo en que durante siglos los comentaristas han reaccionado a la idea de una mente tecnológicamente puntera y exquisitamente estructurada.

Por otro lado, la postura «interaccionista» con toda su aversión a especificar siempre la parte innata de la interacción, no es mucho mejor. Fijémonos, si no, en estas afirmaciones:

El comportamiento de un ordenador deriva de una compleja interacción entre el procesador y el input.

Cuando se intenta comprender de qué modo funciona un coche, no se puede menospreciar ni el motor, ni la gasolina ni el conductor. Todos ellos son factores importantes.

El sonido que emite este reproductor de CD audio representa la mezcla inextricablemente entrelazada de dos variables esenciales: la estructura de la máquina y el disco que insertamos en ella. Ni lo uno ni lo otro puede ser ignorado.

Estos enunciados son ciertos aunque inútiles, son tan confusamente incomprensibles, tan insolentemente descuidados, que es casi tan pésimo afirmarlos como rebatirlos, pues, en el caso de la mente, al igual que sucede con las máquinas, las metáforas que aluden a una mixtura de dos ingredientes —como en un Martini seco, en una batalla entre fuerzas igualadas o en un tira y afloja— son modos mal direccionados de pensar un dispositivo complejo diseñado para procesar información. Ciertamente, cada parte de la inteligencia humana implica cultura y aprendizaje, pero este último no es como la gasolina de un motor o un campo de fuerzas, y, además, no se produce por arte de magia. Su posibilidad misma se desprende de la maquinaria innata diseñada para llevar a cabo el aprendizaje. La afirmación de la existencia de varios módulos innatos es una afirmación de la existencia de varias máquinas de aprendizaje innatas, cada una de las cuales aprende siguiendo una lógica particular. Para comprender el aprendizaje es preciso emplear nuevos modos de pensar que permitan sustituir las metáforas —como la mezcla y la fuerza, escribir en una tabla rasa o esculpir en bloques de mármol— que son más propias de un pensamiento precientífico. Se necesitan ideas capaces de captar los modos en que un dispositivo complejo puede afinarse y adaptarse a aspectos impredecibles del mundo y adquirir los tipos de datos que necesita para funcionar^[37].

La idea de que la herencia y el entorno interactúan no siempre es un absurdo, aunque creo que confunde dos cuestiones: por un lado, aquello que todas las mentes tienen en común y, por otro, el modo en qué las mentes difieren unas de otras. Los insulsos enunciados citados anteriormente pueden hacerse inteligibles si se sustituye el «cómo funciona x» por el «qué hace a x funcionar mejor que y»:

La *utilidad* de un ordenador depende tanto de la potencia del procesador que tenga como de la pericia del usuario.

La *velocidad* de un coche depende de un motor, del combustible y de la habilidad del conductor. Todos ellos son factores importantes.

La *calidad* del sonido que emite un reproductor de CD audio depende de dos variables fundamentales: el diseño mecánico y electrónico del reproductor, y la calidad de la grabación original del CD. Ni lo uno ni lo otro puede ser ignorado.

Cuando nos interesamos por saber *en qué medida* un sistema funciona mejor que otro similar, lo razonable es pasar por alto las cadenas causales que hay en el interior de cada sistema y cotejar los factores que hacen que el todo sea rápido o lento, tenga una fidelidad de sonido alta o baja. Este procedimiento no difiere de una *clasificación* de personas para determinar quién ingresa en la facultad de Medicina o a quién se contrata para un empleo, y de este tipo de clasificaciones es de donde proviene el entramado de la oposición entre naturaleza y educación.

Con todo, este libro trata del modo en que la mente funciona, no sobre la razón por la cual las mentes de ciertas personas funcionan de un modo algo mejor que otras. Los hechos sugieren que los seres humanos de cualquier parte del planeta ven, hablan y piensan acerca de objetos y otras personas del mismo modo básico. La diferencia entre Einstein y un estudiante que ha abandonado sus estudios universitarios es trivial si se compara con la diferencia que existe entre este estudiante que abandona sus estudios y el mejor robot existente, o entre aquel mismo estudiante y un chimpancé. Éste es el misterio que quiero abordar en estas páginas, y nada queda más lejos del tema principal de este libro que establecer una comparación entre los significados de curvas de Gauss que coincidan parcialmente en función de un cierto índice en bruto como es el coeficiente de inteligencia. Y por esta razón, la importancia relativa del innatismo y el aprendizaje es también una cuestión falsa.

El hacer hincapié en el diseño innato no debiera confundirse, por lo demás, con la búsqueda de «un gen para» este o aquel órgano mental. Baste con pensar en los genes reales y supuestos que son responsables de titulares de prensa como: los genes causantes de la distrofia muscular, de las enfermedades de Huntington y de Alzheimer, el alcoholismo, la esquizofrenia, el trastorno maníaco-depresivo, la obesidad, los brotes de violencia, la dislexia, la enuresis y algunos tipos de retraso mental. En todos los casos hablamos de *trastornos*. Además, no se ha descubierto ningún gen responsable de la urbanidad, el lenguaje, la memoria, el control motor, la inteligencia u otros sistemas mentales completos, y con toda probabilidad nunca se descubrirá. La razón la supo resumir el político Sam Rayburn con estas palabras:

cualquier asno puede derribar un establo, pero para construirlo se precisa un carpintero. Los órganos mentales complejos, al igual que los órganos físicos complejos, seguramente están contruidos por dotaciones genéticas complejas, en las que muchos genes cooperan en formas todavía insondables. Un defecto en cualquiera de ellas podría malograr el dispositivo en su conjunto, al igual que un defecto en cualquiera de las partes de una máquina compleja (como sucede si el cable del distribuidor está suelto en un automóvil) puede hacer que la máquina deje de funcionar.

Las instrucciones genéticas de ensamblaje para un órgano mental no especifican todas y cada una de las conexiones que se dan en el cerebro, como si se tratara del esquema de la disposición de circuitos y cables para armar un equipo de radio. Además, no cabe esperar que cada órgano crezca bajo un hueso particular del cráneo ajeno a lo que sucede en otras partes del cerebro. Éste, al igual que todos los demás órganos, se diferencia en el decurso del desarrollo embrionario, y lo hace a partir de un aglomerado de células idénticas. Cualquier parte del cuerpo, desde las uñas de los dedos de los pies hasta el córtex cerebral, adopta su figura y sustancia particulares cuando sus células responden a cierto tipo de información en el entorno inmediato, y desbloquean una parte diferente del programa genético. La información proviene de la muestra de «sopa» química que toda célula alberga, de las formas de los cierres y las llaves moleculares que la célula emplea, de los tirones y los empujones mecánicos que recibe de las células vecinas, así como de otras señales de entrada todavía escasamente conocidas. Las familias de neuronas que formarán los diferentes órganos mentales, todas las cuales descienden de una franja homogénea de tejido embrionario, tienen que diseñarse para ser oportunistas mientras el cerebro se ensambla a sí mismo y aprovechar así cualquier información disponible para diferenciarse unas de otras. Puede que en el cráneo las coordenadas sean uno de los activadores de la diferenciación, pero sin duda otro es el modelo que describen las activaciones de input en las neuronas conectadas. Dado que el órgano está destinado a ser un órgano de computación, resultaría sorprendente que el genoma no explotara la capacidad del tejido neural para procesar la información mientras se ensambla el cerebro.

Sabemos que en las áreas sensoriales del cerebro —de hecho es donde resulta más fácil reseguir la pista del proceso que tiene lugar—, durante los primeros estadios del desarrollo fetal, las neuronas se unen formando hilos según una receta genética en bruto. Las neuronas nacen en cantidades adecuadas en los momentos oportunos, migran a los lugares donde se quedarán, envían conexiones a sus objetivos y se enganchan en los tipos de células apropiadas en aquellas regiones generales que son las indicadas, todo ello bajo la tutela de atractores químicos y de cerraduras y llaves moleculares. Para establecer conexiones exactas, en cambio, es preciso que las neuronas del bebé empiecen a funcionar y, al hacerlo, el modelo de activación que siguen transporta información sobre cuáles son exactamente las conexiones que se deben establecer. No se trata en absoluto de una «experiencia», dado que todo puede

tener lugar en la oscuridad del útero, a veces antes incluso de que los conos y los bastones del sentido de la vista funcionen; hay que tener en cuenta, además, que muchos mamíferos son capaces de ver casi a la perfección al poco de nacer. De hecho, el proceso se asemeja más a un tipo de compresión de datos genéticos o a un conjunto de modelos de verificación que han sido internamente generados. Estos modelos hacen que el córtex se diferencie en el extremo receptor, al menos en una etapa del camino, dando lugar al tipo de córtex que es apropiado para procesar la información entrante. (Por ejemplo, en los animales cuyo modelo de conexión lobular ha sido alterado de modo que los ojos se hallan unidos al cerebro auditivo, esta área muestra pocas de las propiedades del cerebro visual). Todavía se desconoce de qué modo los genes controlan el desarrollo del cerebro, aunque si tuviéramos que resumir lo que sabemos hasta la fecha, sería razonable afirmar que los módulos del cerebro adoptan su identidad al combinar aquel tipo de tejido a partir del cual empezaron a diferenciarse, el lugar donde se sitúan en el cerebro y cuáles son los modelos de activación del input de que disponen durante períodos críticos del desarrollo^[38].



Nuestros órganos de computación son un producto de selección natural. El biólogo Richard Dawkins denominaba a la selección natural el Relojero Ciego, aunque, en el caso de la mente, sería mejor denominarla la Programadora Ciega. Los programas mentales funcionan así de bien porque fueron moldeados por selección natural para permitir a nuestros antepasados dominar piedras, utensilios, plantas, animales y, en última instancia, unos a otros en provecho de la supervivencia y la reproducción de la especie.

La selección natural no es la única causa del cambio evolutivo. Los organismos también cambian a lo largo de eones de tiempo debido a accidentes estadísticos en los que algunos viven y otros mueren, catástrofes medioambientales que eliminan a familias enteras de criaturas y las inevitables consecuencias de los cambios que *son* el producto de la selección. Pero la selección natural es la única fuerza evolutiva que actúa como si fuera un ingeniero, es decir, «diseña» órganos que logran resultados improbables pero adaptativos (un tema que ha sido establecido enérgicamente por el biólogo George Williams y por el propio Dawkins). El argumento clásico en favor de la selección natural, que aceptan incluso quienes creen que la selección ha sido sobrevalorada (como es el caso del paleontólogo Stephen Jay Gould), se basa en el ojo de los vertebrados. Al igual que un reloj cuenta con tantas partes engranadas unas en otras con una extrema precisión (resortes, muelles, ejes y demás) que su ensamblaje no puede deberse en ningún caso a una acción natural meramente física, sino que comportan el diseño de un relojero, el ojo cuenta con tantísimas partes exquisitamente dispuestas (lentes, iris, retina, por sólo citar algunas) que difícilmente puede ser el resultado de una fuerza evolutiva aleatoria como podría ser una gran

mutación, una deriva estadística o la formación fortuita de hendiduras y pliegues entre los otros órganos. El diseño del ojo tiene que ser producto de la selección natural de replicantes, el único proceso natural de carácter no milagroso conocido por ser capaz de elaborar máquinas que funcionan correctamente. El organismo parece como si hubiese sido diseñado para ver tan bien como lo hace en el momento presente, porque debe su existencia al acierto que en el pasado tuvieron quienes nos precedieron en la utilización correcta de la vista. (En el **capítulo 3** nos extenderemos con más detalle sobre este punto)^[39].

Son muchos quienes reconocen que la selección natural es el artífice del cuerpo, pero trazan una línea infranqueable cuando se trata de hablar de la mente humana. A su entender, la mente es una consecuencia de una mutación que agrandó la cabeza o creada por un error de un programador patoso o debe su forma a la evolución cultural antes que a la biológica. Tooby y Cosmides plantean en este sentido una exquisita ironía. El ojo, el ejemplo menos controvertido de la precisa ingeniería de la selección natural, no es ya un viejo órgano susceptible de ser mantenido en carne y hueso alejado y aislado del ámbito de lo mental. El ojo no procesa alimentos o, salvo en el caso de Superman, no cambia nada en el mundo físico. ¿Qué hace el ojo? El ojo es un órgano destinado a procesar información que está firmemente unido al cerebro, o si se habla ya desde un punto de vista anatómico, es una de sus partes. Y toda la delicada óptica y los intrincados circuitos presentes en la retina no vierten información en un orificio vacío que se abre dilatándose o salva cierto abismo cartesiano que separa el reino de lo físico y de lo mental. El receptor de este mensaje rico en estructura debe estar igual de bien diseñado que el emisor. Tal como vimos al comparar la visión humana con la del robot, en realidad las partes de la mente que nos permiten ver están bien diseñadas, y no hay razón alguna para pensar que la calidad de la ingeniería se deteriore progresivamente conforme la información fluye hasta las facultades que interpretan y actúan sobre lo que vemos^[40].

El programa adaptacionista en biología, o la utilización cuidadosa de la selección natural para los fines propios de la ingeniería inversa empeñada en dilucidar la funcionalidad de las partes de un organismo, suele ser ridiculizada como un vano ejercicio narrativo que se propone explicarnos lo que sucedió una vez que todo ya ha concluido. El articulista Cecil Adams satirizaba esta posición diciendo que la razón de que el cabello sea negro no es otra que el «haber permitido a nuestros antepasados simios ocultarse mejor entre los cocoteros». Resulta innegable que abundan las malas «explicaciones» evolutivas. Veamos, si no, algunos ejemplos. ¿Por qué los hombres eluden preguntar las señas de una dirección? Porque nuestros antepasados masculinos si se acercaban a un extraño podían morir. ¿Para qué sirve la música? Para mantener unida a la comunidad. ¿Por qué se desarrolló la felicidad? Porque las personas felices se complacían en desplazarse, de modo que así hicieron más prosélitos para su causa. ¿Cuál es la función del humor? Aliviar la tensión. ¿Por qué las personas sobrestiman

las posibilidades que tienen de sobrevivir a una enfermedad? Porque esto les ayuda a actuar de forma efectiva en la vida.

Estas especulaciones nos dejan perplejos por su inútil elocuencia, pero no porque se arriesguen a facilitar una explicación evolutiva acerca del modo en que cierta parte de la mente funciona. Si nos sorprenden por su futilidad es porque son, permítaseme el adjetivo, chapuceras. En primer lugar, muchas de ellas ni se preocupan en establecer los hechos. ¿Alguien ha documentado, por ejemplo, en algún momento que a las *mujeres* les guste pedir a extraños que les indiquen una dirección? Una mujer, en una banda nómada, ¿acaso *no* podía resultar agredida si se acercaba a un extraño? En segundo lugar, aunque se hubieran establecido los hechos, las distintas especulaciones intentan explicar un hecho desconcertante dando por sentado algún otro hecho que es igual de enigmático, dejándonos en el mismo punto en que estábamos. ¿*Por qué* los sonidos rítmicos mantienen unida a una comunidad? ¿*Por qué* el humor alivia la tensión? Los autores de estas «explicaciones» tratan algunas partes de nuestra vida mental como algo tan obvio —son, al fin y al cabo, obvias para cada uno de *nosotros*, en el interior de nuestra cabeza— que para ellos no precisan ser explicadas. Pero *todas* las partes de la mente —toda reacción, todo placer o todo sabor— son susceptibles de ser explicadas cuando intentamos dar cuenta de cómo la mente ha evolucionado. *Podríamos haber* evolucionado como el robot Samaritano I, que se inmolvaba para salvar un saco de semillas, como los escarabajos peloteros, que encuentran delicioso el estiércol, o como aquel masoquista que le dice al sádico, «pégame», y éste le responde «no quiero».

Una buena explicación adaptacionista precisa del fulcro de un análisis de ingeniería que sea independiente de la parte de la mente que se intenta explicar. El análisis se inicia con una meta a alcanzar y un mundo de causas y efectos en el que alcanzarla, y avanza con la especificación de los tipos de diseños que son más indicados que otros para alcanzarla. Por desgracia para quienes piensan que los departamentos de las facultades universitarias reproducen fielmente divisiones significativas del conocimiento humano, lo dicho hasta el momento supone, de hecho, que si los psicólogos quieren explicar qué funcionalidad cumplen las partes de la mente deben dirigir su mirada fuera del campo disciplinar de la psicología: para comprender la vista, deberán recurrir a la óptica y a los sistemas de visión informatizada; para comprender el movimiento, tienen que dejarse orientar por la robótica; para entender los sentimientos sexuales y familiares, tienen que recurrir a la genética mendeliana, y para comprender la cooperación y el conflicto, tienen que recurrir a las matemáticas que dan forma a la teoría de juegos y a la modelización en el ámbito de la teoría económica^[41].

Una vez que disponemos de una hoja con las especificaciones de lo que es una mente bien diseñada, finalmente podemos ver si el *Homo sapiens* dispone de este tipo de mente. Hacemos experimentos o exploraciones para recoger hechos sobre una facultad mental, y luego ver si esta facultad en cuestión satisface las especificaciones,

es decir, si muestra signos de precisión, complejidad, eficiencia, fiabilidad y especialización cuando tiene que resolver el problema que le ha sido asignado, sobre todo, en comparación con un amplio número de diseños alternativos, que son desde un punto de vista biológico cultivables.

La lógica de la ingeniería inversa ha guiado durante un siglo a los investigadores en el ámbito de la percepción visual, y a este hecho se debe posiblemente que hoy entendamos mejor la visión que cualquier otra parte de la mente. En este sentido no hay razón alguna que impida a la ingeniería inversa orientada por la teoría evolutiva comprender el resto de la mente. Un ejemplo interesante de lo que sostenemos es la nueva teoría sobre las náuseas del embarazo (tradicionalmente conocidas como «náuseas matutinas») que ha presentado la bióloga Margie Profet. Muchas embarazadas se marean y evitan ingerir ciertos alimentos. Si bien esas náuseas se explican como un efecto secundario del cambio hormonal que experimentan, no hay razón para que las hormonas provoquen los mareos y la aversión hacia ciertos alimentos y no así la hiperactividad, la agresividad o los deseos de la carne, por poner sólo unos ejemplos. La explicación freudiana, así mismo, es insatisfactoria, ya que, en su caso, las náuseas del embarazo representan la aversión de la mujer hacia su marido y su deseo inconsciente de abortar el feto por vía oral.

Profet predijo que las náuseas de embarazo debían comportar cierto beneficio capaz de compensar el coste de una alimentación y una productividad disminuidas. Las náuseas son, en general, una protección contra la ingestión de toxinas: el alimento venenoso es arrojado del estómago antes de que pueda causar mayor daño, de modo que, en el futuro, nuestro apetito por este tipo de alimentos se reduce. Tal vez las náuseas del embarazo permiten proteger a las embarazadas de comer o digerir alimentos con toxinas susceptibles de dañar al feto. A pesar de las tiendas de comida vegetariana y naturista, nada hay de especialmente sano en los alimentos naturales. La col, una criatura darwiniana, no tiene más deseo de ser comida que quien se la come, y dado que no puede defenderse bien a través del comportamiento, ya que no deja de ser una planta, recurre a la guerra química. Casi todas las plantas han desarrollado docenas de toxinas en sus tejidos, desde los insecticidas, repelentes de insectos, urticantes, paralizantes, venenos y otras sustancias que derraman en los engranajes digestivos de los herbívoros. A su vez los herbívoros han desarrollado contramedidas, como un hígado capaz de eliminar la toxicidad de los venenos y la sensación de sabor que denominamos «amarga» para eliminar cualquier deseo de volver a ingerirlas. Con todo, puede que las defensas habituales no basten para proteger a un diminuto embrión.

Lo dicho hasta este punto puede que no suene a oídos del lector mucho mejor que la teoría freudiana empeñada en defender la interpretación de que la madre intenta echar el bebé por la boca, pero Profet ha logrado hacer la síntesis entre centenares de estudios, realizados con independencia unos de otros, y sus propias hipótesis, que sostienen su teoría. Con meticulosidad ha documentado que 1), las toxinas vegetales

en dosis que son toleradas por los adultos pueden causar, en cambio, malformaciones congénitas e inducir el aborto cuando son ingeridas por una mujer embarazada; 2), que las náuseas de embarazo se inician en el momento en que los sistemas de órganos del embrión empiezan a esbozarse y éste es más vulnerable a la acción de los teratógenos (productos químicos que inducen malformaciones en el feto) aunque su crecimiento es lento y tiene una necesidad modesta de nutrientes; 3), las náuseas de embarazo menguan en el momento en que los sistemas de órganos del embrión han llegado prácticamente a completarse y, entonces, los órganos tienen mayor necesidad de nutrientes que les permitan crecer; 4), las mujeres con náuseas de embarazo evitan ingerir selectivamente alimentos de sabor amargo, acre, muy sazonados y novedosos, que en realidad son los que con mayor probabilidad pueden contener toxinas; 5), el sentido del olfato en las mujeres alcanza niveles de hipersensibilidad durante la dilatación diafragmática provocada por las náuseas y luego aquellos niveles descienden hasta cotas inferiores a la sensibilidad habitual; 6), los pueblos nómadas (incluyendo, entre ellos, posiblemente a nuestros antepasados) están más expuestos al riesgo que supone ingerir toxinas de origen vegetal, dado el hábito de comer plantas silvestres y no plantas domésticas, es decir, producidas y cosechadas para ser consumidas; 7), las náuseas de embarazo son un trastorno universal presente en todas las culturas; 8), las mujeres que presentan unas náuseas de embarazo más agudas son las menos proclives a abortar; 9), las mujeres que presentan unas náuseas de embarazo más agudas son menos propensas a tener hijos con malformaciones congénitas. La adecuación entre el modo de funcionar del sistema de gestación en un ecosistema natural y cómo funcionan de hecho las sensaciones de las mujeres modernas es impresionante, y aporta cierta confianza en la solvencia de las hipótesis avanzadas por Profet^[42].



La mente humana es un producto de la evolución, por tanto nuestros órganos mentales o bien se hallan presentes en la mente de los simios (y tal vez de otros mamíferos y vertebrados) o bien evolucionaron arreglando, reparando y rehaciendo la mente de los simios, sobre todo de los antepasados comunes a los humanos y los chimpancés, que vivieron hace unos seis millones de años en África. Son muchos los títulos de libros sobre la evolución humana que nos recuerdan este hecho: *El mono desnudo*, *El simio eléctrico*, *El simio desequilibrado*, *El simio acuático*, *El simio pensante*, *El simio humano*, *El simio que hablaba*, *El tercer chimpancé*, *El primate escogido*. Algunos autores defienden la tesis de que los seres humanos apenas difieren de los chimpancés y que cualquier intento por centrarse en los talentos específicamente humanos es un chovinismo arrogante, o simplemente equivale a defender posturas creacionistas. Para ciertos lectores se trata simplemente de una reducción al absurdo de la estructura conceptual de la teoría de la evolución. Si la

teoría afirmaba que el hombre es «en el mejor de los casos un mono afeitado», tal como Gilbert y Sullivan escribieron en el libreto de *Princess Ida*, entonces no llega a explicar el hecho evidente de que los hombres y los monos disponen de mentes diferentes.

Somos monos desnudos y desequilibrados que hablamos, pero también tenemos mentes que difieren considerablemente de los simios. La apariencia externa del cerebro del *Homo sapiens* es, en comparación con cualquier medida estándar, una adaptación extraordinaria. Nos ha permitido habitar en cualquier ecosistema de la Tierra, remodelar el planeta, pisar la Luna y descubrir los secretos del universo físico. Los chimpancés, con toda su valiosísima y pregonada inteligencia, son una especie amenazada de extinción, cuya población vive ceñida a unas pocas zonas de selva y continúa llevando el mismo tipo de vida que hace millones de años. La curiosidad que despierta en nosotros esta diferencia exige algo más que limitarse a repetir que compartimos la mayor parte de nuestro ADN con los chimpancés y que pequeños cambios pueden tener grandes efectos. Trescientas mil generaciones y unos diez megabytes de información genética potencial bastan para renovar de forma considerable una mente. En realidad, las mentes son más fáciles de renovar que los cuerpos, por el simple hecho de que el software es mucho más fácil de actualizar que el hardware. No debe sorprendernos el hecho de descubrir nuevas e impresionantes capacidades cognitivas en los seres humanos, siendo el lenguaje sólo la más obvia de todas ellas.

Nada de todo esto es incompatible con la teoría de la evolución. La evolución es un proceso conservadoramente calculador, sin duda, aunque no puede conservarlo *todo* o, de lo contrario, no habríamos ido más allá del verdín de un estanque. La selección natural introduce diferencias en la descendencia adecuándola a las especializaciones que la adaptan a diferentes nichos. En cualquier museo de historia natural se pueden admirar ejemplos de órganos complejos exclusivos de una especie o grupo de especies emparentadas: la trompa de los elefantes, el colmillo del narval, las barbas de la ballena, el pico del ornitorrinco, la armadura del armadillo. Estos órganos a menudo evolucionan rápidamente si se mide el proceso en relación a la escala del tiempo geológico. La primera ballena evolucionó en unos diez millones de años a partir de un antepasado común con sus parientes vivos más próximos, los ungulados como las vacas o los cerdos. Un libro sobre las ballenas podría, al modo en que lo hacen los libros dedicados a la evolución humana, denominarse *La vaca desnuda*, pero resultaría decepcionante si en cada una de sus páginas se dedican a maravillarse de las similitudes entre las ballenas y las vacas, y nunca abordara la discusión crítica de las adaptaciones que les hacen ser tan diferentes^[43].



Decir que la mente es una adaptación evolutiva no equivale a sostener que todo comportamiento es adaptativo en sentido darwiniano. La selección natural no es el ángel guardián que flota sobre nosotros asegurándose de que nuestro comportamiento siempre maximiza la aptitud biológica. Hasta fecha reciente, los científicos proclives al evolucionismo sentían como propia la responsabilidad de dar cuenta de los hechos que parecían un suicidio darwiniano, como la soltería, la adopción y las prácticas anticonceptivas. Tal vez se atrevían a aventurar que los solteros disponen de más tiempo para dedicar a la educación de amplias proles formadas por sobrinas y sobrinos y, de este modo, propagar más copias de sus genes de lo que serían capaces si tuvieran sus propios hijos. De todas formas, distorsiones teóricas de este tipo son innecesarias. Las razones que exponemos a continuación y que el antropólogo Donald Symons, dicho sea de paso, fue el primero en articular, distinguen la psicología evolutiva de aquella escuela de pensamiento que en las décadas de 1970 y 1980 fue denominada sociobiología (aunque no por ello deja de haber cierta coincidencia entre ambos enfoques)^[44].

En primer lugar, la selección opera durante miles de generaciones. A lo largo del noventa por ciento de la existencia de la especie humana, los individuos vivieron como cazadores recolectores en pequeñas bandas nómadas. Nuestro cerebro se halla adaptado a ese tipo de vida que, hace mucho tiempo ya, ha desaparecido, y no a las civilizaciones agrícola o industrial mucho más recientes. Nuestros antepasados no estaban constituidos para enfrentarse y moverse entre multitudes anónimas, la escolarización, la escritura, el gobierno, la política, la policía, los tribunales de justicia, los ejércitos, la medicina contemporánea, las instituciones sociales formales, la alta tecnología y otras cosas recién llegadas a la experiencia humana. Dado que la mente moderna se halla adaptada a la Edad de Piedra, y no a la era de la información y los ordenadores, no hay necesidad de esforzarse en dar explicaciones de todo cuanto hacemos. Nuestro entorno ancestral carecía de instituciones como las órdenes religiosas, las agencias de adopción y las compañías farmacéuticas, que actualmente nos tientan a hacer elecciones no adaptativas, de modo que hasta fecha muy reciente nunca hubo una presión de selección favorable a resistir a estas seducciones. Si en el pleistoceno hubiera habido árboles que dieran como frutos píldoras para el control de la natalidad, habríamos evolucionado de tal modo que las hubiésemos considerado tan terroríficas como la más venenosa de las arañas^[45].

En segundo lugar, la selección natural no es un marionetista que mueve directamente de los hilos del comportamiento, sino que actúa diseñando el generador del comportamiento: la dotación de mecanismos capaces de procesar la información orientados a metas adaptativas que denominamos mente. Nuestra mente está diseñada para generar un comportamiento que, en términos estadísticos, habría sido adaptativo en nuestro entorno ancestral, aunque cualquier hecho o acción heroica logrados en nuestros días es el efecto de docenas de causas. El comportamiento es el resultado de una lucha interna entre muchos módulos mentales, y se representa externamente en el

tablero de ajedrez de las oportunidades y limitaciones definidas por el comportamiento de las *otras* personas. La revista *Time* preguntaba recientemente en un artículo de primera portada si «el adulterio está escrito en nuestros genes». La pregunta era absurda, porque ni el adulterio ni cualquier otro comportamiento puede estar en nuestros genes. Posiblemente un cierto *deseo* de adulterio puede ser un producto indirecto de nuestros genes, pero el deseo debe ser anulado por *otros* deseos que son así mismo productos indirectos de nuestros genes, como, por ejemplo, el de tener un cónyuge fiel. Y el deseo, aunque prevalezca en la agitada actividad de la mente, no puede ser consumado como un comportamiento evidente a menos de que exista una pareja alrededor en el que ese deseo también haya prevalecido. El comportamiento mismo no evolucionó, lo que sí lo hizo fue la mente.



La ingeniería inversa es posible sólo cuando se dispone de una pista acerca de cuál es la función que debe realizar el aparato diseñado. No comprendemos para qué sirve el deshuesador de aceitunas hasta que captamos que fue diseñado como una máquina para deshuesar las aceitunas y no como un pisapapeles o un aparato para ejercitar las muñecas. Las metas que se propuso el ingeniero que lo diseñó hay que buscarlas tanto en cada una de las partes del complejo aparato como en el aparato considerado como un todo. Los automóviles tienen un componente, el carburador, que está diseñado para mezclar el aire con la gasolina, y la mezcla en cuestión es una submeta de la meta final, que es permitir el desplazamiento espacial de las personas. Aunque el proceso de selección natural no tiene en sí mismo ninguna meta, hizo evolucionar entidades que (como el automóvil) están altamente organizadas para producir ciertas metas y submetas. Para aplicar la ingeniería inversa a la mente, primero tenemos que ordenarlas e identificar cuál es la meta última de su diseño. ¿La mente humana fue diseñada en última instancia para crear la belleza, descubrir la verdad, amar y trabajar, crear armonía con los demás seres humanos y con la naturaleza?

La lógica de la selección natural ofrece la respuesta. La meta final para cuyo logro fue diseñada la mente no es otra que maximizar el número de copias de los genes que la crearon. La selección natural cuida sólo del destino a largo plazo de las entidades que se reproducen, es decir, de las entidades que guardan una identidad estable a lo largo de muchas generaciones de reproducción de la copia. Predice sólo que los replicantes cuyos efectos tienden a incrementar la probabilidad de su propia replicación llegan a predominar. Cuando nos planteamos preguntas como «¿quién o qué supuestamente se beneficia de una adaptación?» o «¿en el ser vivo, *que está destinado a producir* una organización existente?, la teoría de la selección natural nos proporciona la respuesta: los replicantes estables a largo plazo, es decir, los genes. Ni nuestro cuerpo ni nuestro yo son los beneficiarios últimos de nuestra organización.

En palabras de Gould: «¿qué es el “éxito reproductivo individual” del que habla Darwin? No puede tratarse de la transmisión del propio cuerpo a la siguiente generación, ya que, a decir verdad, sobre todo en sentido propio no lo transmite». La cualidad del cuerpo que construyen es el criterio a partir del cual se selecciona los genes, pero se trata de los genes que lo harán en la siguiente generación, no los cuerpos perecederos, quienes son seleccionados para vivir y volver a luchar de nuevo.

Si bien existen ciertos detractores (como el propio Gould), el enfoque genético predomina en la biología evolutiva y su desarrollo se ha visto jalonado por un sorprendente éxito. Se ha planteado las preguntas más profundas sobre la vida, sobre cómo surgió la vida, por qué existen células y cuerpos, por qué existe la actividad sexual, de qué modo se halla estructurado el genoma, por qué los animales interactúan socialmente y por qué hay comunicación, y se están hallando las respuestas. La aplicación de este enfoque les es tan indispensable a los investigadores del comportamiento animal como imprescindibles son las leyes de Newton para los ingenieros mecánicos^[46].

Ahora bien, la mayoría interpreta erróneamente el sentido de la teoría. Contrariamente a la creencia popular, la teoría de la evolución centrada en los genes *no* implica que todos los seres humanos tengan por meta de su esfuerzo la propagación de sus genes. Si exceptuamos al médico especialista en fertilidad asistida que inseminara artificialmente a sus pacientes con su propio semen, o a los donantes de los bancos de esperma que pretenden crear futuros premios Nobel y otros dislates, *ningún* ser humano (o animal) se esfuerza por diseminar sus genes. Dawkins expuso la teoría en su libro *El gen egoísta*, y en todo caso la metáfora fue el resultado de una meticulosa elección. Las personas no diseminan de forma egoísta sus genes, los genes egoístamente se propagan a sí mismos y lo hacen al construir nuestros cerebros. Al hacernos disfrutar de la vida, la salud, el sexo, las amistades y los hijos, los genes es como si compraran un número de lotería que les permitirá estar representados en la generación siguiente, con unas probabilidades que eran favorables en el entorno en que anteriormente habían evolucionado. Nuestras metas son submetas de la meta última que tienen los genes: replicarse a sí mismos. Pero las dos metas son diferentes. En la medida en que se trata de *nosotros*, las metas que tenemos, ya sean conscientes o inconscientes, no son en absoluto las que tienen los genes, sino que tratan de la salud, los amantes, los hijos y las amistades.

La confusión entre nuestras metas y las de los genes ha dado pie a una serie tras otra de confusiones. La persona encargada de redactar la reseña de un libro sobre la evolución de la sexualidad, protestaba de que el adulterio humano, a diferencia de su equivalente en el mundo animal, no puede ser una estrategia de difusión de los genes porque los adúlteros toman medidas para evitar el embarazo. Pero ¿de qué estrategia hablamos? El deseo sexual *no* es la estrategia que las personas escogen para propagar sus genes, sino que es su estrategia para gozar de los placeres del sexo, y los placeres del sexo son la estrategia de la que se sirven los genes para propagarse. Si los genes

no se propagan, es porque somos más listos que ellos. Un libro sobre la vida emocional de los animales se quejaba de que si, según los biólogos, el altruismo consiste sólo en ayudar a los parientes o se limita a intercambiar favores, sirviendo tanto lo uno como lo otro a los intereses de los propios genes, *en realidad* al fin y al cabo no habría altruismo, sino sólo cierto tipo de hipocresía. Sostener esto es también una confusión. Así como los fotocalcos azules de los planos no especifican necesariamente construcciones azules, los genes egoístas no especifican necesariamente organismos egoístas. Tal como veremos, a veces lo más egoísta que puede hacer un gen es construir un cerebro desinteresado. Los genes son como un juego dentro de otro juego, y no el monólogo interior de los jugadores.

Lo psicológicamente correcto

La psicología evolutiva de este libro es un cambio de orientación respecto al punto de vista dominante acerca de la mente humana en nuestra tradición intelectual, que Tooby y Cosmides denominaron el Modelo Estándar de las Ciencias Sociales (MECCSS). El MECCSS propone una división fundamental entre la biología y la cultura. La biología dota a los seres humanos con los cinco sentidos, unos pocos instintos como el hambre y el miedo, y una capacidad general para aprender. Pero la evolución biológica, según este mismo modelo, ha sido reemplazada por la evolución cultural. La cultura es una entidad autónoma que lleva a cabo un deseo de perpetuarse a sí misma constituyendo expectativas y asignando papeles, que pueden variar de forma arbitraria de una sociedad a otra. Aun los reformadores del MECCSS han aceptado su modo de enmarcar las cuestiones, al punto que han llegado a afirmar que la biología tiene «la misma importancia» que la cultura: la biología impone «limitaciones» al comportamiento, y todo comportamiento es una mezcla de ambas^[47].

El MECCSS no sólo se ha convertido en la línea ortodoxa de pensamiento, sino que además ha adquirido una autoridad moral. Cuando los sociobiólogos empezaron a ponerlo en tela de juicio, se toparon con una ferocidad que resultaba insólita en el marco de los criterios establecidos para la invectiva académica. Al biólogo E. O. Wilson le derramaron encima un jarro de agua helada en un congreso científico; y los estudiantes pidieron por los megáfonos a voz en grito su dimisión y colgaron carteles en que incitaban a sus compañeros a alborotar en sus conferencias y clases. Manifiestos airados y denuncias que llenaban libros enteros fueron publicados por organizaciones que tenían nombres como *Science for the People* y *Campaign Against Racism*. IQ (coeficiente de inteligencia) y la *Class Society*. En la obra colectiva *Not in our genes*, Richard Lewontin, Steven Rose y León Kamin lanzaron indirectas sobre la vida sexual de Donald Symons y convirtieron un pasaje justificable de la

obra de Richard Dawkins en un fragmento propio de un demente (Dawkins había dicho claramente que los genes «nos crearon, en cuerpo y mente», los autores de la crítica citaron, en cambio, «los genes *nos controlan* en cuerpo y mente»). Cuando la revista *Scientific American* publicó un artículo sobre la genética del comportamiento (estudios de los gemelos, las familias y los hijos adoptados) lo tituló «Retorno a la eugenesia», haciendo con ello alusión al desacreditado movimiento que pretendía la mejora por la vía práctica del estoc genético humano. Cuando la misma revista abordó el tema de la psicología evolutiva, titularon el artículo «Los nuevos darwinistas sociales», haciendo referencia al movimiento que, en el siglo XIX, justificaba la desigualdad social como parte de la sabiduría de la naturaleza. Incluso uno de los investigadores más distinguidos de la línea sociobiológica, la especialista en primates Sarah Blaffer Hrdy, afirmó: «Me pregunto críticamente si es necesario que la sociobiología forme parte del currículo de los primeros cursos universitarios, o incluso que deba impartirse en el segundo ciclo... El mensaje de la sociobiología en su conjunto está orientado hacia el éxito del individuo. Es maquiavélico y a menos que el estudiante tenga un marco moral consolidado, al impartir estos contenidos podríamos estar generando auténticos monstruos sociales, pues en realidad se ajustan magníficamente al *ethos* del “antes yo y luego yo” que caracteriza a los yuppies»^[48].

Sociedades de especialistas aportaron su granito de arena y se dedicaron a votar sobre cuestiones empíricas cuyo lugar para ser discutidas y dilucidadas a fondo era en el laboratorio o en los trabajos de campo. El retrato de una idílica e igualitaria Samoa establecido por Margaret Mead fue uno de los documentos fundacionales del MECCSS, y cuando el antropólogo Derek Freeman mostró que se basaba en hechos atrocemente erróneos, la American Anthropological Association votó reunida en asamblea a favor de denunciar los hallazgos de este último por acientíficos^[49]. En 1986, una veintena de científicos sociales en el congreso sobre «Cerebro y agresión» redactaron el esbozo de lo que sería la *Declaración de Sevilla sobre la Violencia*, posteriormente adoptada por la UNESCO y aprobada por varias asociaciones científicas. La declaración afirmaba «poner en tela de juicio una serie de supuestos hallazgos biológicos que se han utilizado, aun por ciertas personas de nuestras disciplinas, para justificar la guerra y la violencia»:

Desde un punto de vista científico es incorrecto afirmar que hemos heredado de nuestros antepasados animales una tendencia a hacer la guerra.

Desde un punto de vista científico es incorrecto afirmar que la guerra o cualquier otro comportamiento violento se halla programado genéticamente en nuestra naturaleza humana.

Desde un punto de vista científico es incorrecto afirmar que en el decurso de la evolución humana ha habido una selección más favorable hacia el comportamiento agresivo y no hacia otros tipos de comportamiento.

Desde un punto de vista científico es incorrecto afirmar que los seres humanos tenemos un «cerebro violento».

Desde un punto de vista científico es incorrecto afirmar que la guerra es causada por el «instinto» o una motivación única... Concluimos de todo ello que la biología no condena la humanidad a la guerra, que la humanidad puede liberarse de la mordaza del pesimismo biológico y tener la confianza necesaria para

emprender las tareas transformadoras que son necesarias en el Año Internacional de la Paz y en los años venideros^[50].

Ahora bien, cabe preguntarse ¿qué certeza moral pudo incitar a estos especialistas a adular las citas, a censurar las ideas, a atacar con argumentos *ad homine* a quienes las proponían, a calumniarles estableciendo asociaciones entre ellos y movimientos políticos infames al tiempo que movilizaban a instituciones poderosas para que legislaran sobre qué es correcto e incorrecto? Esta certeza derivaba de una oposición a tres supuestas consecuencias de una naturaleza humana innata.

La primera es que si la mente tiene una estructura innata, personas diferentes (o diferentes clases, sexos y razas) pueden tener también estructuras innatas, lo cual justificaría la discriminación y la opresión.

La segunda es que si comportamientos detestables como la agresión, la guerra, la violación, la exclusión tribal y la búsqueda desenfrenada de la riqueza y el estatus social son innatos, ello los convertiría en algo «natural» y, por ende, bueno. Y aun cuando son juzgados como objetables, se hallan no obstante en los genes y no pueden ser cambiados, por lo tanto los intentos de reforma social serían cuando menos fútiles.

La tercera es que si los genes causan el comportamiento, entonces los individuos no pueden ser considerados responsables de sus acciones. Si un violador delinque siguiendo un imperativo biológico que le lleva a propagar sus genes, la culpa no le sería imputable.

Al margen tal vez de unos pocos y cínicos abogados defensores y una franja de lunáticos que difícilmente leen los manifiestos, del *New York Review of Books*, nadie saca hoy en día conclusiones dementes como éstas. Más bien se consideran extrapolaciones que las masas indoctas *podrían* sacar, de modo que esas ideas peligrosas deben suprimirse. De hecho, el problema con los tres argumentos no es que las conclusiones sean tan abominables que nadie deba estar autorizado a aproximarse a la cima de esa pendiente resbaladiza que conduce directamente hacia ellas. El problema es que no existe esa pendiente y que los argumentos no son *sequiturs*. Para ponerlos al descubierto, basta con examinar la lógica de la teoría y separar las cuestiones científicas de las morales.

Lo que sostengo desde mi punto de vista no es que esos científicos deban proseguir su búsqueda de la verdad encerrados en sus torres de marfil, ajenos a los pensamientos morales y políticos. A mi entender cualquier acto humano que implique a otros seres vivos es tanto un tema central de la psicología como de la filosofía moral, y tanto una como otra son importantes, si bien no son lo mismo. Una desidia intelectual, una pereza a la hora de elaborar argumentaciones éticas cuando surgen las cuestiones morales ha embarrancado el debate sobre la naturaleza humana. En lugar de razonar a partir de principios basados en derechos y valores, la tendencia ha sido sacar del anaquel el paquete moral completo —en general, al estilo de la New Left o

de la izquierda marxista—, o hacer presión para asentar una imagen tranquilizadora de la naturaleza humana que nos ahorre tener que argumentar para nada acerca de cuestiones morales.



La ecuación moral en casi todas las discusiones sobre la naturaleza humana es sencilla: innato, igual a ser de derechas, igual a malo. De todas formas, muchos movimientos hereditaristas *han* sido de derechas y malos, como la eugenesia, la esterilización forzada, el genocidio, las discriminaciones raciales, étnicas y sexuales, así como la justificación de la existencia de castas económicas y sociales. El MECCSS tiene a su favor haber proporcionado algunas de las razones que en manos de críticos sociales reflexivos se han utilizado para socavar todo ese tipo de prácticas.

Pero la ecuación moral suele ser tan a menudo errónea como correcta. A veces las prácticas de la izquierda política son igualmente perniciosas, y quienes las realizaron han intentado justificarlas recurriendo a la negación que el MECCSS hace de la naturaleza humana. Las purgas estalinistas, los gulags, los campos de la muerte de Pol Pot y más de cincuenta años de represión en China, todo ello ha sido justificado por la doctrina según la cual las ideas disidentes reflejan no el modo de operar de mentes racionales que han llegado a conclusiones diferentes, sino que son productos culturales arbitrarios que pueden ser erradicados rediseñando la sociedad, «reeducando» a quienes fueron tentados por la vieja educación y, cuando es preciso, empezando de nuevo con una generación de tabulas todavía rasas.

Y algunas veces las posiciones izquierdistas son correctas *porque* es erróneo negar la naturaleza humana. En *Hearts and Minds*, el documental producido en 1974 sobre la guerra de Vietnam, un oficial del ejército norteamericano explicaba que no podíamos aplicar los criterios morales occidentales a los vietnamitas porque su cultura no daba valor a la vida individual, de modo que para aquel oficial los vietnamitas no sufrían como los norteamericanos cuando se mataba a los miembros de su familia. El director del reportaje colocó como final mientras aparecían los créditos la imagen del cortejo fúnebre que acompañaba el féretro de una víctima vietnamita con el sonido de sus lamentos, recordando a los espectadores que la universalidad del amor y el dolor era la mejor refutación de la horrible racionalización de aquel oficial. En la mayor parte del siglo xx, las madres han tenido que soportar teorías infames que las culpaban de toda disfuncionalidad o diferencia en sus hijos (teoría que cifraba en la mezcla de mensajes la causa de la esquizofrenia, identificaba al resfriado como fuente de autismo, a las madres dominantes como causa de la homosexualidad de sus hijos, la falta de límites como la causa de la anorexia, una «maternidad» deficiente, en fin, provocaba desórdenes en el aprendizaje del lenguaje en los hijos). Los dolores menstruales, las náuseas del embarazo y el dolor del parto han sido durante todo este tiempo rechazados como

reacciones «psicológicas» de las mujeres a las expectativas culturales, en lugar de ser tratados como cuestiones legítimas de salud.

El fundamento de los derechos individuales es la suposición de que las personas tienen anhelos y necesidades, y gozan de plena autoridad sobre lo que son estos anhelos y necesidades. Si los deseos que las personas tenemos fuesen sólo cierto tipo de inscripciones borrables o susceptibles de ser reprogramadas con un lavado de cerebro, cualquier atrocidad podría justificarse. (En consecuencia, es irónico que las ideologías de la «liberación» que tan de moda estuvieron en la década de 1980 como las defendidas por Michel Foucault y ciertas feministas de la comunidad académica, invoquen una «autoridad interiorizada» y socialmente condicionada para explicar de forma convincente la inconveniencia que supone que las personas disfruten de cosas que en principio se supone que las oprimen). Una negación de la naturaleza humana, no en menor medida que el acto de hacer hincapié en ella, puede ser deformada para servir a finalidades que son perniciosas. Debemos exponer qué finalidades son perjudiciales y qué ideas son falsas, y no confundir un ámbito con el otro^[51].



¿Cuáles son las tres supuestas implicaciones de una naturaleza humana innata? La primera «implicación», según la cual la existencia de una naturaleza innata implica la existencia de diferencias humanas innatas, no es en absoluto una implicación. La maquinaria mental cuya existencia definiendo se halla instalada en cada uno de los seres neurológicamente normales. Las diferencias entre personas puede que nada tengan que ver con el diseño de esa maquinaria, ya que puede muy bien darse el caso de que procedan de variaciones aleatorias en el proceso de ensamblaje o de diferentes historias vitales. Aun si las diferencias fuesen innatas, podría tratarse de variaciones cuantitativas y peculiaridades menores en la dotación de serie presente en todos nosotros (lo rápido que funciona un módulo, qué módulo prevalece en una competición que tiene lugar en el interior del perímetro craneal) y necesariamente no son más perniciosas que los tipos de diferencias innatas que se permiten en el MECCSS (un proceso más rápido de aprendizaje orientado a fines generales, un impulso sexual más fuerte).

La existencia de una estructura universal para la mente no es sólo lógicamente posible, sino algo probablemente cierto. Tooby y Cosmides señalan una consecuencia fundamental de la reproducción sexual: cada generación, cada huella personal diferenciadora se mezcla codificándose con la de alguien más. Ello significa que tenemos que ser cualitativamente semejantes. Si los genomas de dos personas tenían diseños para tipos diferentes de máquinas, como, por ejemplo, un motor eléctrico y otro de explosión, la nueva imitación resultante de la mezcla no especificará ninguna máquina operativa. La selección natural es una fuerza homogeneizadora en el interior de, una especie; elimina la amplia mayoría de las variantes del diseño macroscópico

porque no constituyen mejoras. La selección natural no depende de que haya habido variaciones en el pasado, sino que alimenta la variación y la agota. Tal es la razón de que las personas normales tengan los mismos órganos físicos, y que por supuesto todos tengamos también los mismos órganos mentales. Entre unas personas y otras sin duda habrá variaciones microscópicas, sobre todo pequeñas diferencias en la secuencia molecular de muchas de nuestras proteínas, pero en el nivel del funcionamiento de los órganos físicos y mentales, las personas operan del mismo modo. Las diferencias entre las personas, con toda la inagotable fascinación que despiertan en nosotros mientras vivimos, tienen un interés menor cuando nos preguntamos por el modo en que funciona la mente. Lo mismo cabe afirmar de las diferencias —sea cual sea su fuente— existentes entre las medias estadísticas de grupos enteros de población, como los que damos en llamar razas^[52].

Los sexos, desde luego, plantean una temática diferente. Los órganos reproductivos masculinos y femeninos son un vivo recordatorio de que *son* posibles diferentes diseños para los sexos, y sabemos que las diferencias provienen del dispositivo especial de un «interruptor» genético que pone en movimiento una línea de dominós bioquímicos que activan y desactivan familias de genes en el conjunto del cerebro y el cuerpo. Presentaré pruebas de que algunos de estos efectos causan diferencias en el modo de funcionar de la mente. Como una más de las ironías que impregnan la política académica sobre la naturaleza humana, esta investigación inspirada en la teoría de la evolución ha propuesto diferencias sexuales, que aun estando muy centradas en la reproducción y en ámbitos afines, son mucho menos injustas que las diferencias que han sido reivindicadas con arrogancia por algunas escuelas feministas. Entre las reivindicaciones de las «feministas de la diferencia» se hallan afirmaciones como que las mujeres no participan del razonamiento lineal abstracto, que no adoptan un tratamiento escéptico de las ideas o, las evalúan a través de un debate riguroso, que no argumentan a partir de principios morales generales, y otras afrentas por el estilo^[53].

Pero en el fondo, no podemos limitarnos a considerar quién sale más favorecido en el retrato, sino que la pregunta consiste en saber qué debe hacerse con cualquiera de las diferencias grupales con las que de hecho nos tropezamos a diario. Y ello supone que debemos estar dispuestos a elaborar una argumentación moral. Así, la discriminación de individuos sobre la base de cuál sea su raza, sexo o pertenencia étnica es un flagrante error. Cabe defender esta argumentación de diversas formas, pero ninguna de ellas será en nada deudora de los rasgos distintivos que, como medias estadísticas, definen a los grupos. Cabría argüir, por ejemplo, que es injusto negar a los individuos, amparándonos en factores que no está en sus manos controlar, un beneficio de tipo social, o negar que una víctima de una discriminación, en el fondo, la experimenta como una herida dolorosa, o que un grupo de víctimas es propenso a actuar con ira, o negar que la discriminación tiende a intensificarse dando pie a una escalada de horrores que van desde la esclavización hasta el genocidio.

(Quienes son favorables a la *affirmative action*^[*1] podrían llegar a reconocer incluso que la discriminación positiva, aun siendo errónea, sirve para enmendar un error aún mayor). Ninguno de estos argumentos está influido por descubrimiento alguno susceptible de ser algún día reivindicado por un científico. Llegados a este punto, es mejor ceder la última palabra sobre la falta de consecuencias políticas de las diferencias políticas a Gloria Steinem: «En realidad, no hay muchos empleos en los que sea imprescindible tener pene o vagina, mientras que todo el resto de las ocupaciones deberían estar abiertas a cualquier persona».



La falacia de la segunda supuesta implicación de una naturaleza humana, a saber, que si nuestros motivos innobles son innatos, al fin y al cabo no pueden ser tan malos, es tan obvia que se la ha tipificado como «falacia naturalista», es decir, aquella que considera que todo cuanto sucede en la naturaleza está bien. Olvidemos el sinsentido romántico de los documentales sobre la vida salvaje en los que todas las criaturas grandes y pequeñas actúan para mayor bien y armonía del ecosistema. Tal como Darwin afirmó: «¡Qué libro escribiría un sacerdote satánico sobre las toscas, pródigas, torpes, deficientes y horriblemente crueles obras de la naturaleza!». Un ejemplo clásico lo ofrece el insecto himenóptero *Herpestes ichneumon*, que paraliza a una oruga y deposita huevos en su cuerpo, de modo que sus crías al eclosionar de los huevos pueden devorar lentamente la carne viva del animal en cuyo interior se hospedan.

Al igual que muchas especies, el *Homo sapiens* ha dejado tras de sí un rastro horrible. La historia registrada desde la Biblia hasta la época actual es un relato de asesinatos, violaciones y guerras, y la etnografía honesta muestra que las bandas de nómadas cazadores y recolectores, por lo demás igual que el resto de sus congéneres pasados y presentes, eran más salvajes que nobles. La tribu de los kung san en el desierto del Kalahari a menudo es presentada como un grupo relativamente pacífico, y de hecho lo es, comparada con otras bandas de cazadores recolectores nómadas, pero su tasa de asesinatos es igual de alta que la de una ciudad como Detroit. Un amigo lingüista que se dedica al estudio de las tribus wari en la selva tropical del Amazonas, me contó que estas poblaciones disponen de un término para las cosas comestibles, que engloba también a cualquier otro individuo que no sea wari. Ciertamente, los seres humanos no tenemos algo así como «un instinto de guerra» o un «cerebro violento», tal como daba por sentado la Declaración de Sevilla, pero tampoco tenemos exactamente algo así como un instinto para la paz ni un cerebro no violento, porque no podemos atribuir toda la historia y etnografía humanas a armas de juguete y a superhéroes de dibujos animados^[54].

¿Significa esto que la «biología condena al hombre a la guerra» (o a la violación, el asesinato o al egoísmo propio de los jóvenes profesionales) y que cualquier

optimismo que cifre sus esperanzas en reducirla deba extinguirse? Huelgan los científicos para hacer la precisión de que la guerra no es saludable ni para los niños ni para los seres vivos, o la precisión empírica de que ciertos lugares durante ciertos períodos son mucho más pacíficos que otros y que debiéramos comprender y duplicar lo que los hace ser de este modo. Tampoco nadie precisa de las trivialidades y frases manidas de la Declaración de Sevilla ni la desinformación por ella difundida de que la guerra es algo desconocido por los animales y que sus jerarquías de dominación son una forma de vinculación y afiliación que beneficia al grupo. De hecho, lo que no nos haría ningún daño sería una comprensión realista de la psicología de la malevolencia humana. Por si el dato merece nuestro interés, la teoría de la mente dotada de módulos toma en consideración tanto los motivos innatos que conducen a actos malvados como los motivos innatos que pueden evitarlos. Y, además, no se trata de un descubrimiento exclusivo de la psicología evolutiva, pues todas las principales religiones observan que la vida mental es a menudo una lucha entre el deseo y la conciencia^[55].

Cuando se trata de las esperanzas de cambiar el comportamiento malo, es preciso invertir de nuevo el sentido común: puede que una naturaleza humana compleja permita *mayores* posibilidades al cambio que las ofrecidas por la tabla rasa defendida por el Modelo Estándar de las Ciencias Sociales. Una mente ricamente estructurada permite la existencia de complicadas negociaciones en el interior de la cabeza, en las cuales un módulo puede subvertir los designios funestos de cualquier otro. En el MECCSS, en cambio, a la educación de los hijos se le concede un poder insidioso e irreversible. ¿Es niño o niña? Es lo que atinamos a preguntar cuando nos acercamos por primera vez a un ser humano recién nacido, y desde entonces los padres tratan de modo distinto a sus hijos y a sus hijas: acarician, consuelan, amamantan, complacen y conversan de un modo desigual con los hijos y las hijas. Imaginemos que este tipo de comportamiento tiene consecuencias a largo plazo en los hijos, entre ellas todas las diferencias sexuales que hasta la fecha se han documentado y una tendencia a tratar a *los hijos que tendrán* de forma diferente desde que nazcan. A menos que destacáramos contingentes de una policía encargada de velar por la paternidad responsable en las maternidades, el círculo se cerraría y sería irrevocable. La cultura condenaría a la mujer a una condición de inferioridad y quedaríamos presos en la esclavitud del pesimismo cultural, que al hacernos desconfiar de nosotros mismos nos incapacitaría para emprender las tareas para la transformación.

La naturaleza no dicta qué debemos aceptar o cómo debemos vivir la vida. Algunas feministas y activistas de los movimientos de liberación homosexual reaccionan airadas ante las observaciones banales que afirman que la selección natural diseñó a las mujeres, en parte, para criar y educar a sus hijos y tanto a los hombres como a las mujeres para la práctica heterosexual del sexo. En estas observaciones perciben tanto el calado de un mensaje sexista y homofóbico, según el cual sólo los papeles sexuales tradicionales son «naturales», como el imperativo de

condenar los estilos de vida alternativos. En este sentido, la novelista Mary Gordon satirizó la consideración hecha por un historiador en el sentido de que todas las mujeres tienen en común la capacidad de tener hijos, con estas palabras: «Si la cualidad definitoria de qué es ser mujer es parir hijos, entonces no tenerlos (como, por ejemplo, no los tuvieron Florence Nightingale ni Greta Garbo) es algo así como un fracaso en el cumplimiento de *vuestro* destino»^[56]. Aunque no estoy seguro de saber a ciencia cierta qué *significan* «la cualidad definitoria de ser una mujer» y «cumplir con *vuestro* destino», en cambio, sí sé que la felicidad y la virtud nada tienen que ver con aquello para cuya realización nos diseñó la selección natural en el entorno ancestral. Tanto la felicidad como la virtud quedan para que nosotros las determinemos, y el hecho de afirmarlo no es incurrir en ninguna hipocresía, aunque quien lo diga sea un varón de raza blanca y conducta sexual tradicional. Debo reconocer que aun teniendo edad para procrear, hasta la fecha, he optado voluntariamente por no tener hijos, he derrochado mis recursos biológicos leyendo y escribiendo, investigando, ayudando a amigos y estudiantes, y a vueltas conmigo mismo, he hecho caso omiso del solemne imperativo de propagar mis genes. Desde el punto de vista de los criterios darwinistas, soy una horrible equivocación, un patético perdedor, con todos los puntos sobre las íes como si fuera un militante con carné de la nación de los sospechosos. Pero me siento feliz de ser así, y si a mis genes no les gusta, ¡pelillos a la mar!



Finalmente, ¿y si echáramos la culpa del mal comportamiento a nuestros genes? El neurocientífico Steven Rose, en una reseña de un libro de E. O. Wilson, donde el sociobiólogo defendía que los hombres sentían un mayor deseo de ser polígamos que las mujeres, no dudó en acusarle de decir, en realidad, «señoras, no culpen a sus compañeros de acostarse con la primera que pase, no es culpa suya están genéticamente programados para hacerlo»^[57]. El título de la obra que escribieron conjuntamente Rose, Lewontin y Kamin, *No está en los genes*, es de hecho una alusión al *Julio César* de Shakespeare:

Los hombres a veces son señores de su sino

Pero la imperfección, querido Bruto, no se halla en nuestras estrellas, sino en nosotros mismos...[*]

Para Casio, la programación que permitía excusar las imperfecciones humanas no era genética sino astrológica, y esto trae a colación un tema esencial. *Cualquier* causa de comportamiento, y no sólo los genes, plantea la temática de la libre voluntad y la responsabilidad. La diferencia entre explicar el comportamiento y excusarlo, es una

cuestión muy antigua en el razonamiento moral que se refleja a la perfección en el dicho «entender no es lo mismo que perdonar».

En esta época científica, «entender» significa hacer el intento de explicar el comportamiento como una interacción compleja entre 1) genes, 2) la anatomía del cerebro, 3) su estado bioquímico, 4) la educación familiar recibida por una persona, 5) el modo en que la sociedad la ha tratado y 6) los estímulos que la afectan. En efecto, *cada uno* de estos factores, y no tanto las estrellas o los genes, han sido invocados de forma inapropiada como origen del que dimanaban nuestras imperfecciones y faltas, al tiempo que se afirmaba que el hombre no era el señor de su destino.

1) En 1993, los investigadores identificaron un gen que estaba asociado a los accesos violentos incontrolables. («Piensen en las consecuencias», escribió un periodista en su columna. «Un día de éstos tendremos una cura para la violencia que aflora en el hockey sobre hielo»). Poco después aparecía el inevitable titular: «Los abogados afirman que los genes le impulsaron a matar».

2) En 1982, un experto que prestaba declaración a petición de la defensa para establecer la demencia de John Hinckley, acusado de disparar contra el presidente Reagan y otros tres hombres más en su intento por impresionar a la actriz Jodie Foster, afirmó que una exploración TAC del cerebro de Hinckley mostró la presencia de surcos ensanchados y ventrículos alargados, un signo de esquizofrenia y, en consecuencia, una enfermedad mental o defecto exculpatorio. (El juez excluyó las pruebas aportadas del caso, aunque la defensa por demencia prevaleció).

3) En 1978, Dan White, cesado del San Francisco Board of Supervisors, se dirigió al despacho del alcalde George Moscone y le pidió que le restituyera en su empleo. Cuando Moscone se negó, White le mató de un disparo, cruzó a pie el vestíbulo y se dirigió al despacho del supervisor Harvey Milk, matándole también de un disparo. Los abogados de White consiguieron hacer que prevaleciera su defensa sosteniendo que, en el momento de cometer el crimen, White tenía sus capacidades mentales disminuidas y no había cometido un acto premeditado, ya que sus reiterados excesos con la comida muy azucarada habían causado estragos en la química de su cerebro. White fue condenado por homicidio voluntario sin premeditación y cumplió una condena de cinco años, gracias a la táctica que ha pasado a los anales de la infamia de la abogacía como la Defensa Twinkie. De forma similar, en lo que se conoce como la Defensa SPM (síndrome premenstrual), la rabia de sus hormonas exoneró a una cirujana que agredió a un policía, el cual la había parado por conducir en estado de embriaguez.

4) En 1989, Lyle y Erik Menendez irrumpieron en la habitación de sus millonarios padres y les mataron de sendos disparos. Después de lucir durante varios meses sus nuevos Rolexs y Porsches, confesaron haber efectuado los disparos. Sus abogados argumentaron el caso ante el jurado, cuyos miembros no se podían poner de

acuerdo, alegando autodefensa, a pesar de que las víctimas se hallaban en la cama, desarmados y comiendo fresas con nata. Los hijos de los Menéndez, afirmaron los abogados, habían quedado traumatizados al creer que les iban a matar porque su padre había abusado de ellos física, sexual y emocionalmente durante años. (En un nuevo juicio celebrado en 1996, fueron declarados culpables de asesinato y enviados a la cárcel con cadena perpetua).

5) En 1994, Colin Ferguson subió a un tren y empezó a disparar aleatoriamente a las personas de raza blanca que viajaban en el vagón, causando un total de seis muertos. El abogado radical William Kunstler estaba dispuesto a defenderle recurriendo al Síndrome de la Ira Negra, según el cual un afronorteamericano puede estallar imprevisiblemente a consecuencia de la presión acumulada que supone vivir en una sociedad racista. (Ferguson rechazó la oferta y fracasó en el intento de defenderse él mismo).

6) En 1992, un presidiario en el corredor de la muerte presentó un recurso ante el tribunal de apelación para que su sentencia fuera revisada, alegando que la violación y el asesinato de los que fue inculpado los había cometido influido por la pornografía. La defensa del tipo «me lo hizo hacer la pornografía», es una ironía para las distintas líneas de pensamiento feminista que sostienen que las explicaciones biológicas de la violación reducen la responsabilidad del violador, y que una buena táctica para combatir la violencia que se ejerce contra las mujeres es denunciar su aparición en la pornografía^[58].

A medida que la ciencia avanza y las explicaciones del comportamiento son cada vez menos quiméricas, el Specter of Creeping Exculpation (Centro de la Exculpación Progresiva), como Dennett la denomina, será de gran importancia^[59]. En ausencia de una filosofía moral más clara, cualquier causa de comportamiento puede ser tomada para socavar la libre voluntad y, por ello, la responsabilidad moral. De la ciencia se asegura que erosiona a voluntad todo cuanto encuentra, *sin miramientos*, porque el modo científico de explicación no puede acomodar la misteriosa noción de una causación incausada que subyace a la voluntad. Si los científicos quisieran demostrar que las personas tienen voluntad propia, ¿qué buscarían? ¿Algún suceso neural aleatorio que el resto del cerebro amplifica como una señal que lleva a desencadenar el comportamiento? Pero un suceso aleatorio como el supuesto no se ajusta al concepto de libre voluntad más de lo que se ajustaría uno que fuera perfectamente acotable por leyes, y no podría servir para cumplir las funciones que debería satisfacer el tan largamente buscado *locus* de la responsabilidad moral. No declararíamos a alguien culpable si su dedo apretara el gatillo porque estaba unido mecánicamente a la rueda de una ruleta que había empezado a girar, ¿por qué debería ser distinto en el caso de que la ruleta se hallara en el interior del cráneo? El mismo problema se plantea en otra impredecible causa que ha sido sugerida como fuente originaria de la libre voluntad, la teoría del caos, en la cual, según su versión más

estereotipada, el mero revoloteo de una mariposa puede desencadenar una cascada de acontecimientos que culminen en un huracán. Un simple revoloteo en el cerebro puede causar un comportamiento huracanado, aunque, si alguna vez se diera este caso, sería aún una causa de comportamiento y no se ajustaría al concepto de una libre voluntad incausada, que subyace a la noción de responsabilidad moral.

Llegados a este punto, o bien prescindimos de toda moralidad como pura superstición acientífica, o bien encontramos un modo de reconciliar la causación (genética u otra) con la libre voluntad y la responsabilidad. Personalmente, dudo de que nuestra perplejidad se aclare algún día, pero seguramente podemos reconciliarlas en parte. Al igual que muchos filósofos, creo que la ciencia y la ética son dos sistemas independientes y autónomos en los que entran en juego las mismas entidades del mundo, del mismo modo que en el póquer o en el bridge se juega con los mismos cincuenta y dos naipes de la misma baraja. La ciencia tratará a las personas como objetos materiales, y las reglas que se seguirán son los procesos físicos que son causa del comportamiento a través de la selección natural y la neurofisiología. La ética tratará, en cambio, a las personas como agentes equivalentes, capaces de sentir, racionales y dotados de libre voluntad, y las reglas que se siguen son las del cálculo que asigna valores morales al comportamiento a través de la naturaleza inherente del comportamiento o sus consecuencias.

La libre voluntad es una idealización del ser humano que hace de la ética un juego practicable. La geometría euclidiana requiere de idealizaciones como, por ejemplo, las líneas rectas infinitas o los círculos perfectos, y sus deducciones están bien fundadas y son útiles, aunque en el mundo no haya realmente líneas rectas infinitas o círculos perfectos. En este sentido, el mundo se aproxima lo suficiente a la idealización para que la aplicación de los teoremas sea provechosa. De manera similar, la teoría ética requiere idealizaciones como, por ejemplo, la existencia de agentes libres, capaces de sentir, racionales y equivalentes, cuyo comportamiento es incausado y *sus* conclusiones pueden ser provechosas y útiles aun cuando en el mundo, tal como se vio ya en el caso de la ciencia, en realidad no existan acontecimientos incausados. Mientras no haya ninguna coerción total o un grave defecto de funcionamiento en el razonamiento, el mundo se aproxima lo suficiente a la idealización de la libre voluntad como para que la teoría moral se pueda aplicar de forma positiva^[60].

La ciencia y la moralidad son ámbitos de razonamiento separados. Sólo reconociéndolos en su separación podremos disponer de ambos. Si la discriminación sólo está mal cuando las características medias del grupo son las mismas, si la guerra, la codicia y la violación están mal sólo cuando las personas en ningún caso se hallan inclinadas a ejercerlas, si las personas son responsables de sus actos sólo cuando los actos son inescrutables como un misterio, entonces o bien los científicos tienen que estar dispuestos a dejar a un lado sus datos, o todos debemos estar decididos a renunciar a nuestros valores. Entonces los argumentos científicos serían como aquella

portada del *National Lampoon* donde se mostraba a un perrito con un revólver que le apuntaba a la cabeza y la siguiente frase a modo de pie: «Compre esta revista o dispararemos al perrito».

La navaja que separa las explicaciones causales del comportamiento de la responsabilidad moral es de doble filo. Dando una última vuelta de tuerca a la trama de moralidad en la naturaleza humana, el genetista Dean Hamer identificó un marcador cromosómico de la homosexualidad en algunos hombres, el denominado *gen gay*. Para regocijo de las *Science for the People*, en esta ocasión la explicación genética era la políticamente correcta y supuestamente refutaba a representantes del ala derecha del Partido Republicano, como Dan Quayle, quien había afirmado que la homosexualidad era «más una elección que una situación biológica. En todo caso, una mala elección». El *gen gay* se utilizó para argumentar que la homosexualidad no es una elección de la que los homosexuales puedan ser considerados responsables, sino una orientación involuntaria que ni siquiera pueden mitigar. Con todo, el razonamiento es peligroso. Del *gen gay* se podría decir también que influye en ciertas personas para que *elijan* la homosexualidad. Y al igual que sucede con todo buen hallazgo de la ciencia, algún día el resultado de Hamer podría ser falseado y, entonces, ¿adónde llegaríamos? ¿Aceptaríamos que el fanatismo al fin y al cabo está bien? El argumento en contra de la persecución de las personas homosexuales debe hacerse no en términos de la existencia de un *gen gay* o de un *cerebro gay*, sino en el derecho de las personas a tener relaciones sexuales de cualquier índole, siempre que se realicen por consenso, sin discriminación ni acoso^[61].

El aislamiento del razonamiento científico y moral en áreas separadas se halla también detrás de la metáfora recurrente —utilizada en estas páginas— de la mente como una máquina y de las personas como robots. Con ello, ¿no se deshumaniza a las personas y se las objetiva, para tratarlas luego como objetos inanimados? Como un erudito humanista lúcidamente lo expresó en Internet, ¿no invalida la experiencia humana, reifica un modelo de relación basado en la correspondencia Yo-Objeto, y deslegitima todas las demás formas de discurso que puedan tener consecuencias fundamentalmente destructivas para la sociedad? Sólo si uno carece tanto de imaginación que se apega al sentido literal y no es capaz de cambiar entre diferentes posturas al conceptualizar a las personas en función de propósitos distintos. Un ser humano es al mismo tiempo una máquina y un agente libre capaz de sentir, dependiendo de cuál sea el propósito de lo que se estudia, del mismo modo en que es un ciudadano que paga impuestos, un corredor de seguros, un paciente de una clínica dental o doscientas libras de lastre en un avión, dependiendo siempre de los propósitos que guían un estudio. La postura mecanicista nos permite comprender qué nos hace funcionar y cómo nos ajustamos al universo físico. Pero fuera del ámbito de este estudio, hablamos unos con otros como seres humanos dignos y libres.



La confusión que se ha dado entre la psicología científica y los fines políticos y morales, así como la presión resultante que se ha ejercido para forzar una creencia en el carácter no estructural de la mente, ha estremecido tanto al mundo académico como al discurso intelectual contemporáneo. Somos muchos quienes nos sentimos perplejos ante el carácter hegemónico que adquirieron en los departamentos de humanidades las teorías como la filosofía posmoderna, el postestructuralismo y el deconstructivismo, según las cuales la objetividad era algo imposible, el significado era autocontradictorio y la realidad algo socialmente construido. Los motivos se clarifican cuando consideramos enunciados típicos como «los seres humanos han construido y utilizado el género —los seres humanos pueden desconstruir y dejar de utilizar el género» y «la oposición binaria heterosexual/homosexual no se halla en la naturaleza, sino que es socialmente construida y, por tanto, desconstruible». Se niega realidad a las categorías, al conocimiento y al mundo mismo, de modo que a estereotipos como el género, la raza y la orientación sexual se les puede negar realidad. La doctrina es básicamente un modo de llegar dando un rodeo a la conclusión de que la opresión de las mujeres, los homosexuales y las minorías es mala. Y la dicotomía entre «en la naturaleza» y «socialmente construido» es una muestra evidente de pobreza de imaginación ya que omite una tercera alternativa, a saber, que ciertas categorías son productos de una mente compleja diseñada para cuadrar con lo que se halla en la naturaleza^[62].

La corriente principal de críticos sociales, así mismo, puede enunciar cualquier absurdidad con tal que se adecúe al Modelo Estándar de las Ciencias Sociales. Así, por ejemplo, a los niños pequeños se les alienta para que discutan y luchen. Los niños aprenden a asociar los caramelos con el placer porque sus padres se sirven de los caramelos como un modo de gratificarles si comen espinacas. Los adolescentes compiten en su aspecto físico y atuendo porque siguen el ejemplo puesto por los certámenes de ortografía y las ceremonias de concesión de premios. Los hombres se socializan creyendo que el fin del sexo es el orgasmo. Las mujeres octogenarias son consideradas físicamente menos atractivas que las veinteañeras porque nuestra cultura fálica ha convertido a las muchachas jóvenes en un objeto de culto al deseo. No se trata de que no haya pruebas para estas pasmantes afirmaciones, sino que resulta aún difícil creer que los autores, en lo más hondo de sí mismos, sean capaces de creérselas. Estos tipos de afirmaciones se expresan con una plena despreocupación acerca de si son o no ciertas, y forman parte del catecismo laico de nuestra época.

El comentario social contemporáneo descansa sobre concepciones arcaicas de la mente. Así, no resulta difícil encontrar explicaciones como, por ejemplo, que las víctimas estallan por la presión que padecen, los niños están condicionados a hacer esto o aquello, a las mujeres se les hace un lavado de cerebro para que lleguen a valorar esto o aquello, a las muchachas se les enseña a ser de tal y tal modo. ¿De dónde salen estas explicaciones? Sin duda, del modelo hidráulico de la mente desarrollado en el siglo XIX y recogido por Freud, de la teoría conductista con sus

perros que salivan y sus bichos que presionan palancas, de los complots para ejercer el control mental que aparecen en las peores películas de la época de la Guerra Fría, de los hijos obedientes y con ojos abiertos de par en par de la serie televisiva norteamericana y novela *Father Knows Best*.

Cuando miramos a nuestro alrededor, tenemos la sensación de que, sencillamente, estas teorías simplistas no son convincentes. Nuestra vida mental es un ruidoso parlamento en la que las facciones compiten entre sí. En nuestro trato con las demás personas, suponemos que ellas son tan complejas como nosotros, y suponemos que ellas suponen que nosotros suponemos que ellas suponen. Los hijos desafían a sus padres desde el momento en que nacen y a partir de entonces desbaratan todas las expectativas: así, un hijo superará circunstancias horripilantes y llevará una vida satisfactoria; otro, aun disponiendo de todas las comodidades, crece como un rebelde sin causa. Cuando un estado moderno decae, sus gentes asumen con entusiasmo las *vendettas* de sus abuelos. Y no existen robots.

Creo que una psicología de las muchas facultades computacionales diseñada por selección natural es nuestra mejor esperanza para que una comprensión de cómo la mente funciona haga justicia a su complejidad. Pero no convenceré a los lectores con este mero resumen que abre el primer capítulo. La prueba tiene que provenir de la comprensión de problemas que van desde cómo funcionan los estereogramas del Ojo Mágico hasta qué hace hermoso un paisaje, o por qué el mero pensamiento de comer gusanos nos disgusta, o por qué hay hombres que matan a sus esposas tras reñir con ellas. Tanto si el lector se siente persuadido por los argumentos hasta ahora expuestos como si no, albergo la esperanza de que al menos le hayan hecho pensar y experimentar cierta curiosidad sobre las explicaciones que vendrán a continuación.

2

MÁQUINAS PENSANTES

Como otros muchos niños nacidos en los años sesenta, tuve ocasión de familiarizarme con los problemas filosóficos que suponía viajar por otra dimensión, formada no sólo por la vista y el sonido, sino también por la mente, por una tierra maravillosa cuyas fronteras coincidían con las de la imaginación. Me refiero a *La dimensión desconocida*, aquella elegante serie, obra de Rod Serling, que fue popular durante mi infancia. Los filósofos a menudo intentan clarificar conceptos difíciles mediante experimentos imaginarios, es decir, situaciones hipotéticas y extravagantes que nos ayudan a explorar las consecuencias de nuestras ideas. *La dimensión desconocida* en realidad conseguía representar estas enigmáticas situaciones ante las cámaras.

Uno de los primeros episodios llevaba por título «El solitario». James Corry cumplía una condena de cincuenta años de reclusión, aislado en un árido asteroide situado a nueve millones de kilómetros de la Tierra. Allenby, el capitán de una nave de suministros que abastecía al asteroide, se apiadó del confinado y le dejó una caja que contenía a «Alicia», un robot que, por su aspecto y su modo de actuar, guardaba semejanza con una mujer. En un primer momento, Corry sintió repulsión hacia aquella máquina, aunque lo cierto es que pronto se enamoró intensamente de ella. Transcurrido un año, Allenby regresó al asteroide para comunicar a Corry que le habían concedido el perdón y llevárselo consigo de regreso a la Tierra. Por desgracia, Corry sólo podía llevar una carga con un peso máximo de cuatro kilos, y Alicia lo excedía en mucho. Como Corry se negaba a partir sin ella, Allenby, no sin cierta reticencia, desenfundó una pistola y disparó a Alicia en pleno rostro, dejando al descubierto un amasijo humeante de cables. Luego, se volvió hacia Corry y le dijo: «Todo lo que dejas tras de ti no es más que soledad». Y Corry, deshecho, murmuró: «Lo recordaré. Debo acordarme de tenerlo en cuenta»^[1].

Aún hoy recuerdo tanto el horror que me causó el clímax del episodio como lo mucho que hablamos de ello en nuestro círculo de críticos imberbes. Aún recuerdo la pregunta que uno de aquellos precoces comentaristas formuló: ¿por qué le había disparado precisamente a la cabeza? Nuestro patetismo tenía su origen tanto en la simpatía que sentíamos hacia Corry por la pérdida que acababa de experimentar, como en la sensación de que Allenby había liquidado a un ser sensible. Si bien es cierto que los directores de la serie manipularon al público cuando, para interpretar el papel de Alicia, optaron por una hermosa actriz y no por un montón de hojalata, no lo es menos que al suscitar nuestra simpatía de algún modo nos obligaban a hacernos

dos preguntas incómodas. ¿Un dispositivo mecánico podía duplicar la inteligencia humana, y de ser así, la mejor prueba para poder juzgarlo sería saber si éste sería capaz de enamorar a un ser humano de carne y hueso? Además, en caso de que pudiera construirse una máquina humanoide, ¿ésta tendría realmente conciencia? Y, en todo caso, el acto de desmontarla ¿era un asesinato como aquel del que creíamos haber sido testigos en la pequeña pantalla?

Las dos preguntas de mayor calado sobre la mente son: «¿qué hace la inteligencia posible?», y «¿qué hace la conciencia posible?». Con la llegada de la ciencia cognitiva, la inteligencia, por decirlo así, se ha vuelto inteligible. Quizá no sea ya motivo de escándalo decir que, en el nivel abstracto de análisis, el problema ha quedado resuelto. Pero la conciencia o *sentiencia*, es decir, la sensación bruta de tener dolor de muelas, ver el color rojo u oír un do mayor, está envuelta todavía por un halo de misterio que a su vez se halla dentro de un enigma. Al preguntar qué es la conciencia, no tenemos a nuestro alcance una respuesta mejor que la dada una vez por Louis Armstrong a una periodista que le preguntó qué era el jazz: «Señora, si tiene que preguntármelo, nunca lo sabrá»^[2]. Sin embargo, la conciencia ya no es aquel misterio tan completo que era. Se ha conseguido indagar en algunas *partes* del misterio, las cuales, a consecuencia de esta actividad investigadora, se han transformado en problemas científicos. En el presente capítulo exploraré ante todo qué es la inteligencia, cómo un ser físico, ya sea un robot o un cerebro, puede alcanzarla y de qué modo la alcanza nuestro cerebro.

La búsqueda de vida inteligente en el universo

La búsqueda de vida inteligente en el universo es el título de la obra en un acto de la actriz cómica Lily Tomlin, en la que se lleva a cabo una exploración de los desatinos y debilidades humanas. El título juega con dos acepciones del término «inteligencia»: la aptitud (tal como aparece en la célebre e irónica definición de la inteligencia como «todo aquello que miden los tests del coeficiente de inteligencia») y el pensamiento racional humano. En lo que sigue, me ceñiré a esta segunda acepción.

Si bien al definir la inteligencia podemos experimentar cierta dificultad, lo cierto es que somos capaces de reconocerla en cuanto la vemos. Tal vez un experimento imaginario nos ayude a clarificar el concepto. Supongamos que existiera un ser alienígena que en todos y cada uno de sus aspectos difiriese de nosotros. ¿Qué nos haría pensar que se trata de un ser inteligente? Sin duda, los escritores de ciencia ficción, que tratan este problema como una parte más de su trabajo, son la autoridad óptima en la materia a la que recurrir en busca de una respuesta. El autor David Alexander Smith aportó la mejor caracterización de la inteligencia, que hasta la fecha

he tenido la oportunidad de conocer cuando, a la pregunta de un entrevistador «¿qué es lo que hace a un personaje un buen alienígena?», respondió:

En primer lugar, tienen que dar a las situaciones respuestas inteligentes aunque inescrutables. Quien lo contemple ha de poder observar el comportamiento del alienígena y decir «no sé cuáles son las reglas mediante las que decide, pero lo cierto es que el alienígena actúa de forma racional siguiendo un conjunto de reglas»... El segundo requisito es que los alienígenas se interesen por algo. Tienen que querer algo y obrar para lograrlo superando los obstáculos^[3].

Tomar «racionalmente» decisiones, en conformidad con cierto conjunto de reglas, significa que las decisiones tomadas están basadas en ciertos principios que se adecúan a la verdad, como, por ejemplo, la correspondencia con la realidad o la inferencia sólidamente fundada. Un alienígena que no hiciese nada más que chocar contra los árboles o pasearse por el borde de los acantilados, o que, aun realizando todos los movimientos necesarios para talar un árbol, en realidad se propusiera cortar una piedra o se limitase a hacer esos movimientos y dar los golpes en el aire en pleno descampado, sin duda no parecería inteligente. Tampoco lo sería un alienígena que, viendo entrar a tres depredadores en una cueva y luego salir a dos de ellos, entrara en ella como si estuviese vacía.

Estas reglas deben ponerse al servicio del segundo criterio, a saber, querer e ir en busca de algo superando obstáculos. Si no tuviéramos noción alguna sobre qué quiere una criatura determinada, no nos impresionaría que hiciese algo para obtenerlo. Lo cierto es que, a tenor de lo que sabemos, podría ser que la criatura *hubiese querido*, por ejemplo, chocar contra un árbol o golpear una piedra con un hacha y, en este sentido, habría cumplido con brillantez lo que quería. De hecho, cuando se carecen de especificación sobre cuáles son los objetivos que se propone una criatura, la idea misma de inteligencia carece de sentido, y en este caso nada impediría premiar la genialidad de una seta venenosa que logra, con una precisión máxima y una habilidad infalible, la proeza de crecer exactamente donde crece. Así, nada tampoco nos impediría ya convenir con el científico cognitivo Zenon Pylyshyn que las rocas son más listas que los gatos porque atinan a irse cuando se les da un puntapié.

Por último, la criatura tiene que usar las reglas racionales para alcanzar de maneras diferentes el objetivo, según los obstáculos que deba superar. Tal como William James lo expuso:

Romeo quiere a Julieta como las laminaduras de hierro quieren al imán y, si no se interpone ningún obstáculo, él irá en pos de ella por el camino más corto. Pero si entre ambos se alza una pared, no se quedarán como idiotas, con los rostros aplastados contra cada uno de los lados de la pared como lo harían las laminaduras y el imán sobre un trozo de cartulina. Romeo, al contrario, pronto dará con el camino alternativo, ya sea escalando la pared, o cualquier otro, necesario para poder acariciar sin impedimento alguno los labios de Julieta. Si en el caso de las laminaduras, la trayectoria es fija y el hecho de alcanzar el fin depende de accidentes, en el caso del amante, en cambio, es el fin lo que es fijo y la trayectoria a seguir modificable indefinidamente^[4].

La inteligencia, por lo tanto, es aquella capacidad de alcanzar metas superando obstáculos mediante decisiones que se basan en reglas racionales (es decir, que obedecen a la verdad). Los científicos informáticos Allen Newell y Herbert Simón desarrollaron algo más esta idea al señalar que la inteligencia consiste en especificar una meta u objetivo, en evaluar la situación actual para estimar en qué medida difiere del objetivo propuesto y en aplicar un conjunto de operaciones capaces de reducir la diferencia entre uno y otra. Tal vez por esta definición, y para mayor sosiego nuestro, los seres humanos, y no sólo los alienígenas, somos también inteligentes. Tenemos *deseos* y buscamos consumarlos sirviéndonos de *creencias* que, si todo va bien, son ciertas al menos de un modo aproximado o probabilístico^[5].

Una explicación de la inteligencia en términos de creencias y deseos no es en absoluto una conclusión conocida de antemano. De la vieja teoría del estímulo y la respuesta elaborada por la escuela conductista, según la cual las creencias y los deseos nada tienen que ver con el comportamiento, se podría decir, en realidad, que era tan acientífica como lo son las hadas malas en los mitos irlandeses y escoceses o la magia negra. Los seres humanos y los animales emiten una respuesta tras recibir un estímulo no sólo porque éste estaba emparejado previamente con un desencadenante reflexivo de esa respuesta (como, por ejemplo, el hecho de producir saliva al accionarse una campana previamente emparejada con la comida), sino también porque la respuesta era recompensada en presencia de ese estímulo (como, por ejemplo, presionar una barra que liberaba una ración de comida). Tal como el célebre conductista B. F. Skinner afirmó en cierta ocasión, «la cuestión no consiste en saber si las máquinas piensan, sino si los hombres lo hacen».

Cierto es que las mujeres y los hombres piensan, y que la teoría del estímulo-respuesta acabó resultando falsa. Basta con hacernos esta pregunta: ¿Por qué razón Sally salió del edificio? Porque creía que había un incendio y no quería morir. Su huida, en cambio, no era una respuesta predecible a cierto estímulo susceptible de ser descrito en forma objetiva en términos del lenguaje de la física y la química. Sally tal vez huyó al ver humo, pero quizá lo hizo como respuesta a una llamada telefónica que la avisó de que el edificio estaba en llamas, o al ver la llegada de los camiones de bomberos o escuchar la alarma contra incendios. Con todo, ninguno de estos estímulos por sí solo la habrían hecho huir *necesariamente*. En cambio, *no* habría salido de haber sabido que el humo que percibía provenía de una rebanada de pan de molde que se quemaba en una tostadora, o que la llamada telefónica era de un amigo que se divertía gastando bromas pesadas por teléfono, o que alguien había accionado el interruptor de alarma por accidente o para gastar una broma, o que simplemente se trataba de una prueba realizada por un electricista para verificar el buen funcionamiento de los dispositivos de emergencia. Ni la luz, ni el sonido, ni las partículas que los físicos pueden medir predicen con legitimidad el comportamiento de una persona. En cambio, lo que sí predice el comportamiento de Sally, y lo predice bien, es el hecho de que ella *crea* que se halla en peligro. Las

creencias de Sally están, desde luego, relacionadas con los estímulos que la afectan a ella, pero sólo de un modo tortuoso e indirecto, ya que están mediados por todo el resto de las creencias que tiene en un momento dado acerca de dónde se halla y cómo funciona el mundo. Además, el comportamiento de Sally depende en igual medida de si *quiere* escapar al peligro; por ejemplo, si por un casual fuese un bombero voluntario o una suicida, o una integrista deseosa de inmolarse para atraer la atención del mundo hacia su causa o si tuviese hijos en la guardería situada en el piso de arriba, podríamos apostar, con plena garantía de ganar, que no hubiera huido.

El propio Skinner no se obstinó en sostener que los estímulos medibles como longitudes de onda y figuras predecían el comportamiento, sino que definió los estímulos según sus propias intuiciones. Era feliz al denominar «peligro» —al igual que «elogio», «inglés» y «belleza»—, a un tipo de estímulo. Con ello procuraba para su teoría la ventaja de adecuarse a la realidad, aunque esa posición de superioridad se debía más a una pillería que al esfuerzo real por resolver el problema. Si bien comprendemos qué significa para un dispositivo responder a una luz roja o a un ruido fuerte —y podemos incluso construir uno que responda a tales cosas—, los seres humanos somos los únicos dispositivos en el universo que respondemos al peligro, al elogio, al inglés y a la belleza. La capacidad que tenemos para responder a algo tan nebuloso, desde un punto de vista físico, como es el elogio, forma parte integrante del enigma que nos proponemos descifrar, pero en ningún caso es parte de la solución al enigma. El elogio, el peligro, el inglés y todo el resto de cosas a las que respondemos están a la vista del observador, no en menor medida que la belleza, y es precisamente ese «estar a la vista del observador» lo que nos proponemos explicar. El abismo que se abre entre aquello que un físico puede medir y aquello que puede causar el comportamiento, es la razón por la que debemos atribuir a las personas creencias y deseos^[6].

En nuestra vida cotidiana, todos en general predecimos y explicamos el comportamiento de las otras personas a partir no sólo de lo que pensamos que saben, sino también de lo que pensamos que quieren. Las creencias y los deseos son instrumentos explicativos de nuestra propia psicología intuitiva, lo cual hace de ella la ciencia más útil y completa que existe por ahora sobre el comportamiento. Para predecir la inmensa mayoría de las acciones humanas, como, por ejemplo, abrir la nevera, subir al autobús, sacar un billete de la cartera, no es preciso generar un modelo matemático, ni efectuar una simulación por ordenador de una red neuronal ni contratar a un psicólogo profesional, basta con preguntar a nuestros mayores.

Al decir todo esto, de hecho no sostenemos que, en psicología, el sentido común tenga mayor autoridad de la que tiene en física o astronomía. En cambio, lo cierto es que, en comparación con cualquier otra alternativa considerada hasta la fecha, esta parte del sentido común tiene tanto poder y precisión a la hora de establecer predicciones, controlar y explicar el comportamiento cotidiano, que es un hecho muy probable que se incorpore de alguna forma a las mejores teorías científicas. Por

ejemplo, si telefono a mi amigo que reside en una ciudad de la costa del Pacífico, podemos quedar en vernos en Chicago a la entrada del bar, en un hotel concreto un día en particular dos meses más tarde a eso de las 19:45 horas. Puedo pronosticar, él puede vaticinar y cualquier persona que nos conozca puede predecir que ese día en concreto a la hora establecida nos encontraremos. Y así es, aquel día nos encontramos. ¡Es algo fabuloso! ¿Hay algún otro ámbito en el que las personas —lo mismo da que sean legas o dedicadas a la ciencia— pronostiquen, con meses de antelación, las trayectorias de dos objetos situados a miles de kilómetros de distancia con una exactitud de milímetros y minutos, y lo hagan a partir de la información transmitida a través de una conversación que dura unos pocos segundos? El cálculo que entreteje esta previsión es la psicología intuitiva: el conocimiento de que *quiero* encontrarme con mi amigo y él conmigo, y que cada cual *cre*e que el otro estará en un lugar determinado en un momento concreto y *conoce* una secuencia de viajes en coche, caminatas y vuelos que nos llevarán allí. No hay ninguna ciencia de la mente o del cerebro capaz de hacerlo mejor, si bien ello no significa que la psicología intuitiva de las creencias y los deseos sea en sí misma una ciencia, aunque sí sugiere que la psicología científica tendrá que poder dar cuenta de cómo un mero montón de materia, como es un ser humano, puede tener creencias y deseos, y cómo es que estas creencias y deseos funcionan tan bien^[7].



La explicación tradicional de la inteligencia sostenía que nuestro cuerpo estaba como inundado por una entidad no material, el alma, que, en general, era imaginada como un cierto tipo de fantasma o espíritu. Pero esta teoría se enfrentaba a un problema insuperable: ¿cómo aquella entidad fantasma interactuaba con la materia sólida? ¿De qué modo una nada etérea podía responder a destellos, pinchazos y sonidos, y hacer que los brazos y las piernas se movieran? A esta dificultad se sumaba el problema que suponía la arrolladora abundancia de pruebas y datos que hacían de la mente la actividad propia del cerebro. En la actualidad sabemos que aquella supuesta alma inmaterial puede ser viviseccionada con el bisturí, alterada con fármacos, detenida o activada mediante la aplicación de corrientes eléctricas y puede extinguirse a consecuencia de un fuerte golpe o por la simple falta de oxígeno. Visto al microscopio, el cerebro presenta una complejidad en su estructura física fascinante, y esta complejidad se halla en plena correspondencia con la riqueza de la mente.

Otra explicación de la inteligencia consistía en afirmar que la mente provenía de cierta forma excepcional de materia. Y si bien en el cuento de Collodi, Geppetto daba vida a Pinocho a partir de un tronco de madera mágica que hablaba, reía y se movía por sí mismo, desgraciadamente nadie ha descubierto nunca una sustancia mágica como aquella. En el siglo XIX, Darwin escribió que el cerebro «segrega» la mente, y en las postrimerías del siglo XX, el filósofo John Searle sostenía que las propiedades

fisicoquímicas del tejido cerebral producían, de algún modo, la mente de la misma forma que el tejido de los senos de una mujer produce leche o el tejido de las plantas produce azúcar. Con todo, debe tenerse en cuenta que esos mismos tipos de membranas, poros y productos químicos se hallan presentes en el tejido cerebral distribuido por todo el reino animal, por no hablar de los tumores cerebrales y los cultivos en placas. Todos estos grumos de tejido neural tienen las mismas propiedades fisicoquímicas, aunque no todos llegan a consumir una inteligencia como la humana. Sin duda hay *algo* en el tejido del cerebro humano que es imprescindible para la aparición de nuestra inteligencia, pero, al igual que para explicar la arquitectura no basta con las propiedades físicas de los ladrillos, tampoco para explicar la música nos basta sólo con conocer las propiedades de las partículas de metal que dan forma a los instrumentos. Hay algo en la *configuración* del tejido neural que es esencial.

La inteligencia a menudo ha sido atribuida a cierto tipo de flujo de energía o campo de fuerza. Glóbulos, emanaciones lumínicas, auras, vibraciones, campos magnéticos y líneas de fuerza ocupan un lugar destacado en el espiritualismo, en la pseudociencia o en la ciencia ficción del peor gusto. La escuela de la psicología gestaltiana intentó explicar las ilusiones visuales en términos de campos de fuerza electromagnéticos situados en la superficie del cerebro, pero estos campos en realidad nunca llegaron a descubrirse. A veces la superficie del cerebro se ha descrito como un medio vibrante continuo que sirve de sostén a hologramas u otros modelos de interferencia por ondas, pero esa idea tampoco desembocó en un resultado satisfactorio. El modelo hidráulico, con su presión psíquica acumulativa y descarga de energía, sus explosiones o su desviación por canales alternativos, se halla en el centro de la teoría freudiana y aparece en docenas de metáforas de nuestro lenguaje cotidiano: hincharse de ira, desfogarse, estallar de presión, depresión, tener la cabeza hirviendo, desahogarse, contener la rabia. Pero incluso las emociones más apasionadas no tienen una correspondencia literal con una acumulación y una descarga de energía (en el sentido en que los físicos hablan de ellas) que deberían producirse en algún punto del cerebro. En el **capítulo 6** intentaré convencer al lector de que, en realidad, el cerebro no *opera por presiones* internas, sino que más bien *las trama* como una táctica de negociación, como si fuera un terrorista que lleva los explosivos atados con correas a su cuerpo.

Uno de los problemas que plantean todas estas ideas es que, aun en el caso de que se *descubriera* algún aglutinante, vórtex, vibración o esfera globular capaz de hablar y tramar diabluras, como en la ficción hace el tronco que modela Geppetto o, en términos más generales, de tomar decisiones basadas en reglas racionales y perseguir una meta superando obstáculos, aún tendríamos que enfrentarnos al enigma que supone saber *cómo* llevaría a cabo todas esas proezas.

No, la inteligencia no proviene de un tipo especial de espíritu, materia o energía, sino de un producto diferente, la *información*. La información es una correlación

entre dos cosas y se produce por un proceso conforme a leyes (es decir la antítesis de un mero producto obtenido por un completo azar). Decimos que los anillos de un tocón tienen información acerca de la edad del árbol porque su número es correlativo a la edad del árbol (cuanto más viejo es el árbol, más anillos tiene), y la correlación no es una coincidencia sino que está causada por el modo de crecer que tienen los árboles. El concepto de correlación es matemático y lógico, y no se define en términos de la materia constitutiva de las entidades correlacionadas^[8].

La información, en sí misma, no es nada especial y se halla presente siempre que las causas dejan efectos. Lo que sí es especial es el *procesamiento* de la información. Podemos considerar un fragmento de materia que transporta información acerca de cierto estado de cosas a modo de símbolo, el cual puede «representar» ese estado de cosas. Con todo, en su calidad de fragmento de materia, puede hacer así mismo otras cosas, cosas físicas, todo lo que ese tipo de materia en ese tipo de estado puede hacer conforme a las leyes que rigen la física y la química. Los anillos de los troncos de los árboles transmiten información sobre la edad, pero también reflejan la luz y absorben materiales colorantes. Las huellas que los animales dejan tras de sí en el suelo contienen información acerca de sus movimientos, pero también atrapan el agua y hacen que el aire forme en ellas pequeños remolinos.

Ahora bien, presentemos una idea. Supongamos que debemos construir una máquina con partes afectadas por las propiedades físicas de cierto símbolo. Así, el pigmento colorante que es absorbido por el anillo de un árbol o el agua atrapada en una huella, o la luz reflejada por una marca de yeso o la carga magnética de un trozo de metal pondrán en movimiento una palanca, una célula fotoeléctrica o un relé. Supongamos, además, que la máquina hace que algo suceda en otro montón de materia, grabando nuevas marcas sobre un pedazo de madera o estampando huellas en un lodazal cercano o cargando eléctricamente algún otro trozo de metal. Hasta el momento, nada especial ha sucedido, todo cuanto he descrito es sólo una cadena de acontecimientos físicos realizados mediante un artilugio sin propósito aparente.

Ahora demos el paso especial. Imaginemos que ahora intentamos interpretar el trozo de materia en su nueva disposición, recurriendo al esquema según el cual el pedazo original de materia transportaba información. Pongamos por caso que *contamos* las marcas recién hechas correspondientes a los anillos reales del tocón del árbol y los interpretamos como la edad que tiene ese árbol en un momento dado, aunque de hecho estar impresos en la tabla no indica de ningún modo que fuesen causados por el crecimiento de un árbol. Además, digamos que la máquina se diseñó con sumo cuidado para que la interpretación de esas nuevas marcas tuviera sentido, es decir, transportara información acerca de algo que existe en el mundo. Por ejemplo, imaginemos una máquina que es capaz de explorar electrónicamente los anillos que presenta el tocón de un árbol, y que a continuación graba en una tabla cercana una marca por cada uno de los anillos del árbol; luego toma otro tronco más pequeño de un árbol que fue talado al mismo tiempo que el anterior, y al explorar

electrónicamente cada uno de los anillos que cuenta este árbol más joven, en lugar de añadir una marca, lija y elimina una de las ya existentes en la tabla. Al finalizar el proceso, cuando contamos las marcas que quedan en la tabla, lo que tenemos es la edad del primer árbol en el momento en que se plantó el segundo. En este sentido tendríamos un cierto tipo de máquina *racional*, una máquina que produce conclusiones verdaderas a partir de premisas verdaderas, y ello no se debería a un tipo especial de materia o energía, ni se debería a que cualquier parte de ella fuera en sí misma inteligente o racional. Todo cuanto tenemos es una cadena cuidadosamente engarzada de acontecimientos físicos ordinarios, cuyo primer eslabón sería una configuración de materia que transporta información. Nuestra máquina racional debería su racionalidad a dos propiedades unidas por la entidad que denominamos símbolo: un símbolo transporta información y hace que las cosas sucedan. (Los anillos de los árboles se correlacionan con la edad del árbol y pueden absorber el haz de luz que proyecta un escáner). Cuando las cosas causadas transportan a su vez información en sí mismas, denominamos al conjunto del sistema un procesador de información u ordenador.

Ahora bien, podría darse el caso de que todo este esquema se desvaneciera como una posibilidad irrealizable, pues ¿qué garantía hay de que una colección *cualquiera* de artilugios pueda disponerse de tal modo que al caer, girar o brillar según un modelo correcto, sus efectos sean interpretados y la interpretación tenga sentido? (O dicho de forma más precisa, de modo que tengan sentido según cierta ley o relación *a priori* hallada interesante, dado que a cualquier montón de materia se le puede dar una interpretación artificiosa *a posteriori*). ¿En qué medida podemos confiar en que cierta máquina realice marcas que correspondan realmente a un cierto estado relevante del mundo, como la edad, de un árbol cuando se plantó otro, o la edad media del vástago de un árbol, o cualquier otra cosa, y no sea un modelo sin sentido que no corresponde a nada en absoluto?

Esta garantía aparece en la obra del matemático Alan Turing, quien diseñó una máquina hipotética cuyos símbolos de entrada y de salida podrían corresponder, según las especificaciones de la máquina, a una cualquiera de la amplísima serie de interpretaciones sensatas. La máquina consiste en una cinta dividida en recuadros, un cabezal de lectura/escritura que puede leer o imprimir un símbolo en un cuadrado y desplazar la cinta en ambas direcciones, un puntero que puede indicar una serie fija de marcas perforadas en la máquina y un conjunto de reflejos mecánicos. Cada reflejo se desencadena gracias al símbolo que es leído y la posición actual que ocupa el puntero, e imprime un símbolo en la cinta, la desplaza y/o cambia el puntero. Además, la máquina dispone de tanta cinta como necesita. Este diseño se denomina máquina de Turing.

¿Qué puede hacer esta máquina simple? Puede recibir símbolos, que representan a un número o a un conjunto de números, e imprimir símbolos que representan a nuevos símbolos, que son el valor correspondiente para cualquier función matemática

solucionable mediante una secuencia de operaciones por pasos (suma, multiplicación, exponenciación, factorización y otras; esta simplificación en la importancia del descubrimiento de Turing es deliberada, ya que en interés del lector y del tema que abordamos, no queda más remedio que eludir la complejidad del desarrollo de todos sus aspectos técnicos). Puede aplicar las reglas de cualquier sistema lógico útil para derivar enunciados verdaderos a partir de otros enunciados verdaderos. Puede aplicar las reglas de cualquier gramática para derivar oraciones bien formadas. La equivalencia existente entre las máquinas de Turing, las funciones matemáticas calculables, las lógicas y las gramáticas condujeron al lógico Alonzo Church a conjeturar que, en una máquina de Turing, se puede implementar *cualquier* fórmula bien definida o conjunto de pasos que garantizan la obtención de la solución a un problema determinado en un período de tiempo finito (es decir, cualquier algoritmo) [9].

¿Qué significa esto? Significa que en la medida en que el mundo obedece a ecuaciones matemáticas que se resuelven paso a paso, se puede construir una máquina que simule el mundo y haga predicciones acerca de él. En la medida en que el pensamiento racional se corresponde con las leyes de la lógica, se puede construir una máquina que lleve a cabo un pensamiento racional. En la medida en que un lenguaje se puede captar mediante un conjunto de reglas gramaticales, se puede construir una máquina que produzca oraciones gramaticales. En la medida en que el pensamiento consiste en aplicar cualquier conjunto de reglas bien especificadas, se puede construir una máquina que, en cierto sentido, piense.

Turing demostró que se pueden construir máquinas racionales, es decir, que utilizan las propiedades físicas de los símbolos para producir elaboradamente nuevos símbolos dotados de cierto tipo de sentido y que, en realidad, son fácilmente construibles. En cierta ocasión, Joseph Weizenbaum mostró en el campo de la informática cómo construir una de estas máquinas con un dado, unas piedras y un rollo de papel higiénico. Pero, de hecho, ni siquiera es necesario un gran almacén para albergar las máquinas que hacen sumas, las que sacan raíces cuadradas, las que escriben oraciones en inglés ni todas las otras, porque existe un tipo de máquina de Turing, denominada máquina de Turing universal que puede recibir una *descripción* de cualquier otra máquina de Turing impresa en su cinta y a partir ahí imitar exactamente a esa máquina. Se puede programar a una máquina individual para que haga todo cuanto puede hacer un conjunto cualquiera de reglas.

¿Significa esto que el cerebro humano es una máquina de Turing? Desde luego que no. En ningún lugar se utilizan máquinas de Turing, y menos aún en nuestras cabezas. Desde un punto de vista práctico carecen de uso, son demasiado torpes, demasiado difíciles de programar, excesivamente enormes y lentas. Pero todo ello no tiene importancia, ya que Turing simplemente quería demostrar que una *cierta* configuración de dispositivos podía funcionar como un procesador de símbolos inteligente. Desde que Turing realizara aquel descubrimiento transcurrieron muchos

años hasta que se diseñaron procesadores de símbolos más prácticos, algunos de los cuales se convirtieron luego en las plataformas IBM y Univac y, posteriormente, aparecieron los Macintosh y los ordenadores personales compatibles. Pero todos ellos eran equivalentes de la máquina universal de Turing. Si dejamos a un lado las consideraciones relativas al tamaño y la velocidad, y les damos tanta memoria de almacenamiento como necesitan, podemos programarlas para que produzcan los mismos outputs como respuesta a los mismos inputs.

Sin embargo, hay otros tipos de procesadores de símbolos que se proponen aún como modelos de la mente humana. Estos modelos a menudo se simulan en ordenadores como los que actualmente se hallan en el mercado, lo cual no deja de ser una ventaja. En primer lugar, este ordenador corriente es programado para emular al hipotético ordenador mental (y crear aquello que los informáticos denominan una máquina virtual), de un modo muy similar a como se puede programar un Macintosh para emular la interfaz de un ordenador PC¹. Sólo se toma en serio el ordenador mental virtual y no así los chips de silicio que lo emulan. Entonces, en el ordenador mental virtual se ejecuta un programa que se considera modelador de cierto tipo de pensamiento (como, por ejemplo, solucionar un problema o entender una oración) y, de esta forma, genera un nuevo modo de comprender la inteligencia humana.



Si el lector me lo permite, le mostraré cómo funciona uno de estos modelos. En una época en que los ordenadores reales han llegado a ser tan sofisticados que —para los legos— son casi tan incomprensibles como lo es la mente, resulta cuando menos ilustrativo observar un ejemplo de computación a cámara lenta. Sólo entonces se puede apreciar cómo se puede montar un circuito con aparatos simples y constituir un procesador de símbolos que demuestre tener inteligencia real. Una máquina de Turing que no pare de desplazarse de un lado a otro, en todo caso, no deja de ser un recurso publicitario más que precario para la teoría que asimila la mente a un ordenador, de modo que me serviré de un modelo que presenta al menos una vaga pretensión de parecerse a nuestro ordenador mental. Mostraré cómo resuelve un problema de nuestra vida cotidiana —las relaciones de parentesco— lo bastante complejo para que nos podamos sentir impresionados cuando una máquina lo soluciona.

El modelo del que me voy a servir se denomina sistema generativo. Elimina el rasgo más puramente no biológico de los ordenadores actualmente en el mercado: la lista ordenada de pasos de programación que el ordenador sigue con resolución, uno tras otro. Un sistema generativo contiene una memoria y un conjunto de reflejos, a veces denominados «demonios» porque son entidades simples e independientes que permanecen sin hacer nada a la espera de entrar en acción. La memoria es como un tablón de anuncios en el que se cuelgan las noticias. Cada demonio es un reflejo automático o instintivo que espera a que una noticia en particular aparezca en el

tablón y responde colocando otra que es producida por él. Desde un punto de vista colectivo los demonios constituyen un programa. Cuando las noticias en el tablón de la memoria los accionan y ellos mismos colocan sus propias noticias, a su vez accionan a otros demonios, y así sucesivamente, haciendo que la información en la memoria cambie y, por último, contenga el dato de salida correcto para un dato de entrada dado. Algunos demonios se hallan conectados a los órganos sensoriales y son accionados por la información que hay en el mundo y no por la que existe en la memoria. Otros, en cambio, se hallan unidos a apéndices y no responden colocando nuevos mensajes en la memoria, sino haciendo que aquellos apéndices se muevan^[10].

Supongamos que la memoria a largo plazo de que disponemos contenga el conocimiento de los familiares inmediatos de uno mismo, así como los de toda persona que está a su alrededor. El contenido de ese conocimiento es un conjunto de proposiciones como, por ejemplo, «Alex es el padre de Andrew». Según la teoría computacional de la mente, esa información se halla expresada en símbolos: una colección de marcas físicas que se correlacionan con el estado del mundo tal como lo captan las proposiciones.

Estos símbolos no pueden ser palabras ni oraciones de un idioma concreto, en mi caso, el inglés, a pesar de la falsa idea según la cual pensamos en nuestra lengua materna. Tal como mostré en mi obra *El instinto del lenguaje*, las oraciones en una lengua hablada, como el inglés o el japonés, están destinadas a la comunicación verbal entre seres sociales impacientes e inteligentes. Logran la brevedad al omitir toda información que el receptor es capaz de completar mentalmente deduciéndola del contexto. En cambio, el «lenguaje del pensamiento» en que se expresa el conocimiento no puede dejar nada a la imaginación, ante y sobre todo, porque él es la imaginación. Otro de los problemas que comporta servirse de un idioma como el inglés en calidad de medio del conocimiento es que las oraciones inglesas pueden ser ambiguas. Cuando el asesino en serie Ted Bundy consiguió un aplazamiento de la sentencia y los titulares de la prensa decían «Bundy vence la cita con la silla eléctrica»^[*], nos cuesta reaccionar y comprender porque nuestra mente asigna dos significados a esa cadena de palabras. Si una cadena de palabras en inglés puede corresponder a dos significados en la mente, los significados en la mente no pueden ser cadenas de palabras en inglés u otro idioma. Por último, las oraciones en un lenguaje hablado se agrupan mediante artículos, preposiciones, sufijos de género y otros elementos gramaticales, que son necesarios para ayudar a transmitir la información de una cabeza a otra, por medio de la boca y el oído, sin duda un canal lento, aunque no son en absoluto precisas en el interior de la cabeza de cada uno, donde la información puede transmitirse directamente por medio de gruesos haces de neuronas. De este modo los enunciados en un sistema de conocimiento no son oraciones construidas en un idioma determinado, sino más bien inscripciones en un lenguaje aún más rico propio del pensamiento o «mentales».

En nuestro ejemplo, la porción de mentales que capta las relaciones de parentesco entra en dos tipos de enunciados. Un ejemplo del primero es *Alex padre-de Andrew*: un nombre seguido de una relación de parentesco inmediata, seguida de un nombre. Un ejemplo del segundo es *Alex es-varón*: un nombre seguido por su género. El uso que hago del léxico y la sintaxis en las inscripciones del mentales no debe despistar, ya que se trata de una deferencia hacia el lector, para ayudarlo a reseguir la pista de aquello que los símbolos representan. En lo que se refiere a la máquina, son simplemente disposiciones diferentes de las marcas. Con tal que utilicemos cada una de ellas de forma consistente para representar a alguien (de modo que el símbolo utilizado para *Alex* siempre se utilice para *Alex* y nunca para alguien distinto) y las dispongamos según un plan consistente (de modo que preserven la información acerca de quién es padre de quién), podrían ser de alguna manera marcas cualesquiera en una disposición cualquiera. El lector puede hacer el ejercicio de considerar las marcas como si fueran otros tantos códigos de barras que un escáner reconoce; cerraduras que admiten sólo una llave o figuras que se adecúan sólo a una plantilla. Desde luego, en un ordenador actual serían modelos de cargas en silicio, y en un cerebro, serían activaciones en conjuntos de neuronas. El punto esencial es que en la máquina no hay nada que los entienda del modo en que el lector o yo mismo lo hacemos, simplemente las partes de la máquina responden a sus figuras y se activan para hacer algo, exactamente como una máquina que despacha chokolatinas responde a la forma y al peso de la moneda introducida por la ranura soltando una bolsa.

El ejemplo que viene a continuación intenta desmitificar la computación y permitir que el lector observe de qué modo se lleva a cabo el trucaje. Para subrayar de forma reiterada la explicación que doy de este ardid —a saber, que los símbolos representan cierto concepto y, desde un punto de vista mecánico, hacen que las cosas sucedan— me abriré paso por la actividad de nuestro sistema generativo y lo describiré todo por partida doble: la primera adoptando un punto de vista conceptual, en términos del contenido del problema y la lógica que lo soluciona, y luego desde un punto vista mecánico, en términos de los movimientos sensoriales y de mareaje brutos del sistema. El sistema es inteligente porque ambas caracterizaciones se corresponden exactamente, idea-con-marca, paso-lógico-con-movimiento.

Llamaremos a la parte de la memoria del sistema que retiene las inscripciones acerca de las relaciones de parentesco Memoria a Largo Plazo. Identificaremos otra parte como Memoria a Corto Plazo, algo así como un cuadernillo que hace las veces de un borrador destinado a realizar cálculos. Una parte de la Memoria a Corto Plazo es un área para las metas propuestas que consta de una lista de preguntas que el sistema «intentará» responder. El sistema quiere saber si Gordie es su tío biológico. Para empezar, la memoria muestra un aspecto semejante al siguiente:

Memoria a Largo Plazo

Abel mi padre
 Abel es varón
 Bella mi madre
 Bella es mujer

Claudia mi hermana
 Claudia es mujer
 Duddie mi hermano
 Duddie es varón
 Edgar hermano de Abel
 Edgar es varón
 Fanny hermana de Abel
 Fanny es mujer
 Gordie hermano de Bella
 Gordie es varón

Memoria a Corto PlazoMeta

¿Gordie es mi tío?

Desde un punto de vista conceptual, nuestra meta consiste en averiguar la respuesta a la pregunta; la respuesta es afirmativa si el hecho por el que se pregunta es verdadero. Desde un punto de vista mecánico, el sistema tiene que determinar si una cadena de marcas en la columna de las metas seguida por un signo de interrogación (¿?) tiene un homólogo o equivalente en una cadena idéntica de marcas en algún punto de la memoria. Uno de los demonios está destinado a responder a estas preguntas de la tabla de consulta explorando en busca de marcas idénticas las columnas de la Meta y de la Memoria a Largo Plazo. Cuando detecta un emparejamiento, imprime una marca junto a la pregunta, la cual indica que ha sido respondida de forma afirmativa. Por comodidad, pongamos que la marca tenga el aspecto siguiente: Sí.

SI: Meta = ¿bla-bla-bla?

Memoria a Largo Plazo = bla-bla-bla

ENTONCES: MARCA META

Sí

El desafío conceptual al que se enfrenta el sistema es que no conoce de forma explícita quién es su tío; ese conocimiento se halla implícito en las otras cosas que conoce. Expresando lo mismo en términos mecánicos: no existe una marca para ser tío de en la Memoria a Largo Plazo y sólo hay marcas como hermano de y padre de. Desde un punto de vista conceptual nos es preciso deducir el conocimiento de la cualidad de tío a partir del conocimiento de la cualidad de ser padre y del conocimiento de la cualidad de ser hermano. Desde un punto de vista mecánico, nos es preciso un demonio para imprimir una inscripción tío-de flanqueada por las marcas apropiadas presentes en las inscripciones hermano-de y padre-de. Desde un punto de vista conceptual, es preciso averiguar quiénes son sus padres, identificar a sus hermanos y escoger entre ellos a los varones. Desde un punto de vista mecánico, se precisa un demonio como el siguiente, que imprime nuevas inscripciones en el área de la Meta, las cuales activan las búsquedas de memoria apropiadas:

SI : Meta - Q tío de P

ENTONCES: AÑADIR META

Encontrar Padres de P

Encontrar hermanos de los padres

Distinguir tíos/tías

Este demon es activado por la inscripción tío-de en la columna de la Meta, que de hecho ya tiene una, de modo que el demon funcionará y añadirá algunas nuevas marcas a la columna

Memoria a Largo Plazo

Abel mi padre

Abel es varón

Bella mi madre

Bella es mujer

Claudia mi hermana

Claudia es mujer

Duddie mi hermano

Duddie es varón

Edgar hermano de Abel

Edgar es varón

Fanny hermana de Abel

Fanny es mujer

Gordie hermano de Bella

Gordie es varón

...

Memoria a Corto Plazo

Meta

¿Gordie es mi tío?

Encontrar a mis padres

Encontrar a los

hermanos de los padres

Distinguir tíos/tías

Tiene que haber también un dispositivo —algún otro demon o una maquinaria adicional en el interior de este demon— que recuerde sus P y sus Q, esto es, que sustituya la etiqueta P con una lista de las etiquetas reales por nombres: Yo, Abel, Gordie, y así sucesivamente. A efectos de preservar la sencillez de exposición ocultaré todos estos detalles.

Las nuevas inscripciones en la columna de la Meta avivan a otros demonos dormidos y les hacen entrar en juego. Uno de ellos (en términos conceptuales) busca los padres del sistema, copiando (en términos mecánicos) todas las inscripciones que contienen los nombres de los padres en la Memoria a Corto Plazo (a menos que, ciertamente, las inscripciones ya se hallen allí; con esta salvedad se evita que el demon haga tontamente copia tras copia como lo haría el aprendiz de brujo):

SI: Meta = Encontrar padre de P

Memoria a largo plazo = X padre de P

Memoria a corto plazo X padre de P

ENTONCES: COPIAR EN Memoria a Corto Plazo

X padre de P

BORRAR META

Ahora el tablón de noticias tiene el siguiente aspecto:

Memoria a Largo Plazo

Abel mi padre
 Abel es varón
 Bella mi madre

Bella es mujer
 Claudia mi hermana
 Claudia es mujer
 Duddie mi hermano
 Duddie es varón
 Edgar hermano de Abel
 Edgar es varón
 Fanny hermana de Abel
 Fanny es mujer
 Gordie hermano de Bella
 Gordie es varón

...

Memoria a Corto Plazo

Abel mi padre
 Bella mi madre

Meta

¿Gordie es mi tío?
 Encontrar a mis padres
 Encontrar a los hermanos
 de los padres
 Distinguir tíos/tías

Ahora que sabemos quiénes son los padres, podemos encontrar los hermanos de los padres. Desde un punto de vista mecánico, una vez que se hallan escritos los nombres de los padres en la Memoria a Corto Plazo, un demon puede accionarse y copiar las inscripciones correlativas a los hermanos de los padres:

SI: Meta = encontrar hermanos de los padres

Memoria a Corto Plazo = X padre de Y

Memoria a Largo Plazo = Z hermano de X

Memoria a Corto Plazo Z hermano de X

ENTONCES: COPIAR EN LA MEMORIA A CORTO PLAZO

Z hermano de X

BORRAR META

Éste es el resultado:

Memoria a Largo Plazo

Abel mi padre
 Abel es varón
 Bella mi madre
 Bella es mujer
 Claudia mi hermana
 Claudia es mujer
 Duddie mi hermano
 Duddie es varón
 Edgar hermano de Abel
 Edgar es varón
 Fanny hermana de Abel
 Fanny es mujer
 Gordie hermano de Bella
 Gordie es varón

...

Memoria a Corto Plazo

Abel mi padre
 Bella mi madre
 Edgar hermano de Abel
 Fanny hermano de Abel
 Gordie hermano de Bella

Meta

¿Gordie es mi tío?
 Distinguir tíos/tías

En esta situación aún consideramos colectivamente las tías y los tíos. Para separar a ellos de ellas, nos es preciso averiguar quiénes son los varones. Desde un punto de vista mecánico, el sistema necesita ver qué inscripciones tienen homólogos en la Memoria a Largo Plazo con sus marcas «es varón» junto a ellas. Y éste es el demon que efectúa la comprobación:

SI: Meta = distinguir Tíos/Tías
 Memoria a Corto Plazo = X padre de Y
 Memoria a Largo Plazo = Z hermano de X
 Memoria a Largo Plazo ^A Z es varón
 ENTONCES: ALMACENAR EN LA MEMORIA A LARGO PLAZO
 Z hermano de Y
 BORRAR META

Éste es el demon que ejemplifica más directamente el conocimiento que el sistema tiene del significado «tío»: un hermano varón de un padre. Añade la inscripción de la cualidad de tío a la Memoria a Largo Plazo, no a la Memoria a Corto Plazo, porque la inscripción representa un fragmento de conocimiento que es verdadero de forma permanente:

<u>Memoria a Largo Plazo</u>	<u>Memoria a Corto Plazo</u>	<u>Meta</u>
Abel mi padre	Abel mi padre	¿Gordie es mi tío?
Abel es varón	Bella mi madre	
Bella mi madre	Edgar hermano de Abel	
Bella es mujer	Fanny hermano de Abel	
Claudia mi hermana	Gordie hermano de Bella	
Claudia es mujer		
Duddie mi hermano		
Duddie es varón		
Edgar hermano de Abel		
Edgar es varón		
Fanny hermana de Abel		
Fanny es mujer		
Gordie hermano de Bella		
Gordie es varón		
...		

Desde un punto de vista conceptual, hemos deducido el hecho que investigábamos. Desde un punto de vista mecánico, hemos creado inscripciones idénticas marca a marca en las columnas correspondientes a la Meta y a la Memoria a Largo Plazo. El primero de todos los demonios que he mencionado, el cual explora en busca de esos duplicados, es accionado para hacer la marca indicadora de que el problema ha sido solucionado:

<u>Memoria a Largo Plazo</u>	<u>Memoria a Corto Plazo</u>	<u>Meta</u>
Abel mi padre	Abel mi padre	¿Gordie es mi tío? Sí
Abel es varón	Bella mi madre	
Bella mi madre	Edgar hermano de Abel	
Bella es mujer	Fanny hermano de Abel	
Claudia mi hermana	Gordie hermano de Bella	
Claudia es mujer		
Duddie mi hermano		
Duddie es varón		
Edgar hermano de Abel		
Edgar es varón		
Fanny hermana de Abel		
Fanny es mujer		
Gordie hermano de Bella		
Gordie es varón		
...		

¿Qué hemos llevado a cabo? Hemos construido un sistema a partir de las partes sin vida de una máquina similar a las que venden chocolatinas haciendo algo vagamente semejante a la mente: deducir la verdad de un enunciado que nunca antes había considerado. A partir de ideas acerca de padres y hermanos particulares y un conocimiento del significado del atributo «ser tío de», el sistema elaboraba ideas verdaderas acerca de tíos particulares. El ardid, insistimos, proviene del procesamiento de los símbolos: las disposiciones de la materia que tienen propiedades tanto *representacionales* como *causales*, es decir, que de modo simultáneo transportan información acerca de algo y participan en una cadena de sucesos físicos. Estos sucesos constituyen una computación, porque el sistema fue elaborado de tal modo que si la interpretación de símbolos que accionan la máquina es un enunciado verdadero, entonces la interpretación de los símbolos generada por la máquina es así mismo un enunciado verdadero. La teoría computacional de la mente consiste en la hipótesis según la cual la inteligencia es computación precisamente en este sentido.

«Este sentido» es una expresión amplia, y de hecho evita parte del bagaje que se halla en otras definiciones que se dan de la computación. Por ejemplo, nos es preciso suponer que la computación se halla constituida por una secuencia de pasos puntuales, que los símbolos deben estar completamente presentes o completamente ausentes (y no ser más fuertes o más débiles, más activos o menos activos), que hay garantías de obtener una respuesta correcta en un período de tiempo finito o que el valor de verdad es «absolutamente verdadero» o «absolutamente falso» y no una probabilidad o un grado de certeza. Por lo tanto, la teoría computacional adopta un tipo alternativo de ordenador con muchos elementos que son sumamente activos y corresponden a la *probabilidad* de que cierto enunciado sea verdadero o falso, y en los cuales los niveles de actividad cambian de forma uniforme para registrar así probabilidades nuevas y más o menos exactas. (Y, tal como veremos, precisamente ése puede ser el modo en que funciona el cerebro). La idea esencial es que la respuesta a la pregunta: «¿qué hace que un sistema sea inteligente?» no se basa en el tipo de materia que lo constituye o en el tipo de energía que fluye por él, sino en aquello que representan las partes de la máquina y cómo los modelos de los cambios en su interior están diseñados para reflejar las relaciones que preservan las verdades (incluyendo las verdades probabilísticas y las, por decirlo así, difusas)^[11].

Computación natural

¿Por qué debemos confiar en la teoría computacional de la mente? Ante todo, porque ha resuelto problemas filosóficos que tenían milenios de antigüedad, porque

ha supuesto el inicio de la revolución informática, porque ha planteado preguntas relevantes a la neurociencia y ha proporcionado a la psicología un programa de investigación magníficamente fructífero.

Generaciones de pensadores se han devanado los sesos buscando una solución al problema de cómo la mente interactúa con la materia. Tal como Jerry Fodor lo expresó en cierta ocasión, «sentir lástima por uno mismo puede hacernos llorar como nos hacen llorar las cebollas». ¿Cómo pueden las creencias, los deseos, las imágenes, los planes y los objetivos intangibles que tenemos reflejar el mundo que nos rodea y accionar las palancas por medio de las cuales, de forma sucesiva, modelamos el mundo? Descartes se convirtió (de modo injusto) en el hazmerreír de generaciones y generaciones de científicos posteriores al haber propuesto que la mente y la materia eran tipos diferentes de una sustancia que interactuaban de algún modo en un punto del cerebro denominado glándula pineal. El filósofo Gilbert Ryle ridiculizó aquella idea general denominándola la Doctrina del Fantasma en la Máquina (lema por el que optaron posteriormente el escritor Arthur Kcestler y el psicólogo Stephen Kosslyn para dar título a algunos de sus libros y sirvió también para presentar un álbum del grupo de música rock Police). Ryle y otros filósofos argumentaban en el sentido de que términos mentalísticos como «creencias», «deseos» e «imágenes» carecían de sentido y provenían de graves malentendidos del lenguaje, como aquel en el que incurriría alguien que al leer el cartel «se traspasa», intentara traspasar la luna del escaparate. No faltaron psicólogos de la escuela conductista que, en un acto lleno de simpatía, afirmaron que estas entidades invisibles eran tan acientíficas como el Ratoncito Pérez e intentaron por todos los medios proscribirlas del ámbito de la psicología^[12].

Y entonces, llegaron los ordenadores: desprovistos de toda magia, pedazos de metal plenamente exorcizados, pero que no se podían explicar sin recurrir a todo el léxico formado por las palabras mentalísticas consideradas tabúes por el conductismo. Diálogos como el siguiente se hicieron cotidianos:

—¿Por qué no imprime mi ordenador?

—Porque el sistema *no sabe* que has cambiado la *impresora* matricial por la láser. Aún *piensa* que *habla* con la matricial e intenta imprimir el documento *pidiendo* a la *impresora* que *confirme* su *mensaje*. Pero la *impresora no comprende* el mensaje; *lo ignora* porque espera que el dato de entrada vaya encabezado por la expresión «%». El programa *se niega a ceder el control* mientras *pregunta* a la impresora, de modo que debes *prestar atención* a los paneles de control en el *monitor* y recuperar el *control* del programa. Una vez que el programa *aprende* cuál es la impresora a la que está conectado, se pueden *comunicar*.

Cuanto más complejo es el sistema y más experto es el usuario, más se asemeja su conversación técnica a la trama de una comedia de enredo.

Sin duda, los filósofos conductistas no dejarán de insistir en que se trata de palabras hilvanadas sin pensar y añadirán que, en realidad, las máquinas ni comprenden ni intentan hacer nada, que los observadores actúan sin tener el más mínimo cuidado en la elección que hacen de las palabras y corren el peligro de verse

arrastrados a graves errores conceptuales. Ahora bien, ¿qué hay de erróneo en la escena esbozada? ¿Acaso *los filósofos* acusan a los *informáticos* de pensar de forma confusa? Un ordenador es una de las cosas del universo que reclama de forma más legalista, puntillosa, dura e implacable precisión y claridad en la explicación. A tenor de la acusación vertida por los conductistas, el lector pensará que se trataba de informáticos aturridos que apelan a un filósofo cuando el ordenador con que trabajan deja de funcionar y no al revés. De todas formas es mucho mejor la explicación que afirma que la computación ha conseguido finalmente desmitificar los términos mentalistas. Las creencias son inscripciones en la memoria, los deseos son inscripciones de objetivos, el pensamiento es computación, las percepciones son inscripciones activadas por sensores, probar es ejecutar operaciones que se desencadenan en función de un objetivo.

(Sin duda el lector objetará que nosotros, los humanos, *sentimos* algo cuando creemos, deseamos o percibimos, y una mera inscripción carece del poder de crear tales sentimientos. ¡Muy bien! Pero intente separar el problema de explicar la inteligencia y el problema que supone explicar los sentimientos conscientes. Hasta ahora me he limitado a explicar la inteligencia, abordaremos la conciencia más adelante en este capítulo).

Así mismo, la teoría conceptual de la mente rehabilita de *una vez por todas* al homúnculo de infausta memoria. Una de las objeciones más corrientes a la idea de que los pensamientos son representaciones internas (una objeción que goza de popularidad entre la comunidad de científicos decididos a demostrar la severidad de su rigor) es que una representación interna precisaría de un hombrecito en la cabeza que la contemplase, el cual necesitaría de otro hombrecito aún más pequeño que contemplase a su vez las representaciones que él tiene en su interior, y así sucesivamente, hasta el infinito. Pero, una vez más, debemos desafiar el ridículo que supone para el teórico obstinarse en decir al ingeniero electrotécnico que, si está en lo cierto, en la estación de trabajo que construye tiene que haber una multitud de pequeños duendes. Pero, en informática, es imprescindible hablar de homúnculos. Las estructuras de datos son leídas, interpretadas, examinadas, confirmadas y revisadas de forma continuada, y las subrutinas que efectúan todo este proceso son denominadas sin el menor atisbo de rubor «agentes», «demonios», «supervisores», «monitores», «intérpretes» y «directores». Ahora bien, ¿cuál es la razón de que toda esta jerga homuncular no lleve, en este caso, a una regresión al infinito? Sencillamente porque una representación interna no es una fotografía en vivo del mundo, y el homúnculo que «la contempla» no es una copia miniaturizada de la totalidad del sistema, que requiera de su entera inteligencia. De ser así, con ello en realidad no se llegaría a explicar nada. Lo cierto es que, más bien, una representación es un conjunto de símbolos que se corresponden a aspectos del mundo, y cada uno de los homúnculos es necesario sólo para reaccionar según unos pocos modos circunscritos a algunos de los símbolos, una hazaña mucho más sencilla a decir

verdad que aquello que el sistema en su totalidad lleva a cabo. La inteligencia del sistema surge de las actividades de demonios mecánicos no-tan-inteligentes que se hallan en su interior. Este tema, que fue elaborado inicialmente por Jerry Fodor en 1968, lo expresó Daniel Dennett del siguiente y sucinto modo:

Los homúnculos sólo son *duendes* cuando duplican en su *integridad* los talentos que mañosamente han de explicar... Si se puede reunir un equipo o comisión de homúnculos *relativamente* ignorantes, cortos de miras y ciegos para producir un comportamiento inteligente de la totalidad, habremos realizado un progreso. Un diagrama de flujos es algo característico en el organigrama de esa comisión de homúnculos (en ella participan investigadores, bibliotecarios, contables, directores); cada casilla especifica un homúnculo adscribiéndole una función *sin decirle el modo en que debe llevarla a cabo* (simplemente dice: colocar un hombrecito allí para hacer tal tarea). Si examinamos entonces más de cerca las casillas individuales, veremos que la función asignada a cada uno es llevada a cabo, subdividiéndola a su vez mediante otro diagrama de flujos, por homúnculos aún más diminutos y bobos. A la larga, este encajamiento sucesivo de casillas dentro de otras casillas nos lleva a homúnculos tan necios (pues todo cuanto deben hacer es acordarse de decir «sí» o «no» al ser preguntados) que pueden, por decirlo así, ser «sustituidos por una máquina». De este modo descargamos a nuestra idea del peso que suponen esos fantásticos homúnculos que organizan ejércitos de [entidades] idiotas para hacer el trabajo^[13].



Quizá el lector aún se pregunte cómo las marcas garabateadas y borradas por los demonios en el interior del ordenador se supone que *representan* o identifican las cosas del mundo. ¿Quién decide que esta marca en el sistema corresponde a ese fragmento del mundo? En el caso de un ordenador, la respuesta es evidente: nosotros tenemos que decidir qué significan los símbolos, ya que somos nosotros quienes construimos la máquina. Pero ¿quién dice cuál es el significado que tienen los símbolos que se hallan supuestamente dentro de nosotros? Los filósofos han etiquetado este problema con el nombre de problema de la «intencionalidad» (término que no deja de ser confuso, al no tener nada que ver con las intenciones). Dos son las respuestas más comunes. Una es que un símbolo está unido a su referente en el mundo a través de nuestros órganos sensoriales. El rostro de la madre de un niño refleja la luz, la cual estimula el ojo del pequeño, que a su vez desencadena una cascada de plantillas o circuitos similares, los cuales inscriben el símbolo MADRE en su mente. La otra respuesta es que el único modelo de manipulaciones simbólicas activado por el primer símbolo refleja el único modelo de relaciones entre el referente del primer símbolo y los referentes de los símbolos activados. Una vez que convenimos, por la razón que sea, en decir que madre significa madre, tío significa tío, y así sucesivamente, los nuevos enunciados de parentesco interconexos y generados por los demonios resultan ser misteriosamente verdaderos, y no sólo una, sino repetidas veces. El dispositivo imprime bella es mi madre, y seguramente Bella es mi madre. MADRE significa «madre» porque desempeña un papel en las inferencias o deducciones que se realizan en relación a las madres^[14].

Estas dos teorías se denominan respectivamente la teoría «causal» y la teoría de «papel deductivo o ilativo», y los filósofos contrarios a cada una de ellas se han entretenido ideando experimentos imaginarios a cuál más absurdo para refutarlas. Edipo no quería casarse con su madre, pero de todas formas lo hizo, ¿por qué razón? Porque su madre activó el símbolo locas ta en él y no el símbolo mamá, y su deseo se expresó de este modo: «Si es mamá, no te cases con ella». Los efectos causales de Iocasta, la mujer que en realidad era la madre de Edipo, eran irrelevantes, todo cuanto importaba era el papel ilativo que los símbolos Iocasta y mamá desempeñaban en el interior de la cabeza de Edipo. Pongamos por caso que la descarga de un rayo sacude a un árbol muerto en medio de un pantano y, por un sorprendente azar, el cieno se une formando una réplica molécula a molécula de mí mismo en ese momento, en la cual se hallan incluidos todos mis recuerdos. Este hombre del pantano nunca ha estado en contacto con mi madre, pero casi todo el mundo diría que cuando piensa en su madre está pensando en la mía, al igual que me sucede a mí. Una vez más, concluimos que para un símbolo no es necesaria la causación de algo real en el mundo, sino que le basta su papel deductivo.

¡Pero, pero, pero! Supongamos que la secuencia de pasos para el procesamiento de la información en un ordenador que juega al ajedrez resulta ser, por una notable coincidencia, idéntica a las hazañas bélicas de la Guerra de los Seis Días (Caballo = Moshe Dayan, Torre a c7 = el ejército israelí conquista los Altos del Golán y así sucesivamente). ¿El programa será tanto de la Guerra de los Seis Días como de ajedrez? Supongamos que algún día descubriésemos que los gatos al fin y al cabo no son animales, sino robots que imitan la vida y están controlados desde Marte. Cualquier regla de inferencia que computara «Si es un gato, entonces tiene que ser un animal», sería inoperativa. El papel deductivo de nuestro símbolo mental «gato» habría cambiado al punto de hacerse casi inconfirmable. Con todo, seguro que el significado de «gato» permanecería inalterado: todavía pensaríamos «gato» cuando el robot Félix se colara furtivamente en casa. Resultado del partido hasta hora: ¡dos puntos a favor de la teoría causal!

El tercer enfoque viene ilustrado por la parodia de la publicidad televisiva en *Saturday Night Live*: «ambos tienen razón, se trata de cera para el suelo y crema para el postre». *Conjuntamente* los papeles causal e ilativo-deductivo de un símbolo determinan aquello que éste representa. (En un tal enfoque como éste, los pensamientos de aquel hombre de los pantanos versarían sobre mi madre al disponer de una unión causal orientada al *futuro* con ella, es decir, al ser capaz de reconocerla en cuanto se la encontrara). Los papeles causal e ilativo-deductivo tienden a estar sincronizados porque la selección natural diseñó tanto nuestros sistemas perceptuales como los módulos deductivos para que funcionasen de forma correcta y casi permanente, en este mundo. No todos los filósofos aceptan que la causación sumada a la deducción y sumada a la selección natural basten para establecer un concepto de «significado» que funcione perfectamente en todos los mundos. (Para ello basta con

suponer, en este sentido, que aquel hombre de los pantanos tenga un gemelo idéntico en otro planeta...). Con todo, cabría replicar que, de ser así, tanto peor para ese concepto de significado, pues sólo tendría sentido relativo a un dispositivo diseñado (por ingenieros o por selección natural) para funcionar en un tipo particular de mundo y no en otros mundos, Marte, los pantanos, la Dimensión Desconocida. Tanto si las teorías causal e ilativa resisten a esa prueba filosófica como si no, de hecho eliminan el misterio que velaba el modo en que un símbolo en una mente o en una máquina llega a significar algo^[15].



Un signo más de que la teoría computacional de la mente se halla bien encaminada es la existencia efectiva de inteligencia artificial, es decir, el hecho de que los ordenadores realizan tareas intelectuales similares a las humanas. Cualquier ordenador de los que se venden actualmente en las tiendas sobrepasa la capacidad humana de calcular, almacenar y recoger datos, preparar dibujos, comprobar la ortografía, direccionar el correo y componer caracteres. Una tienda especializada y bien surtida en software vende programas que juegan de forma excelente al ajedrez, que reconocen los caracteres alfabéticos y traducen de forma exacta un texto en voz. Los clientes con mayor poder adquisitivo pueden comprar aquellos que responden a preguntas formuladas en inglés sobre una serie limitada de temas, controlan los brazos de un robot cuya función es soldar y pintar a pistola, así como programas capaces de duplicar los conocimientos técnicos humanos en centenares de ámbitos tales como la clasificación de existencias, el diagnóstico de enfermedades, la prescripción de medicamentos y la localización de averías en casos de emergencia. En 1996, el ordenador Deep Blue derrotaba al campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov en una partida y hacía tablas en otras dos, y si bien acabó perdiendo el campeonato, para muchos era sólo cuestión de tiempo que un ordenador llegara a derrotar de forma rotunda a todo un campeón mundial. Aunque no existen robots como los de la película *Terminator*, en cambio sí existen en el mundo millares de programas de inteligencia artificial a escala menor, y algunos de ellos están instalados ya en ordenadores, coches y aparatos de televisión. Y el progreso no se detiene aquí^[16].

A pesar de su carácter moderado, estos éxitos merecen ser reseñados por la importancia que tienen en el emotivo debate acerca de *Qué serán capaces de hacer pronto los ordenadores* y *Qué no harán nunca*^[17]. Uno de los bandos afirma que los robots se hallan ya a la vuelta de la esquina (la mente es un ordenador); el otro afirma que nunca llegarán a ser una realidad (simplemente no existen). Distintos momentos del debate fueron captados a la perfección en las páginas de la obra *The Experts Speak*, escrita por Christopher Cerf y Victor Navasky:

Las personas instruidas saben que es imposible transmitir la voz por cable y que, de ser posible, carecería de valor práctico.

Artículo de fondo,
The Boston Post, 1865

En unos cincuenta años... nos libraremos del absurdo que supone criar todo un pollo para comer sólo una pechuga o un ala, y criaremos estas partes por separado en un medio adecuado.

Winston Churchill, 1932

Las máquinas voladoras que pesan más que el aire son imposibles.

Lord Kelvin,
pionero en el campo de la termodinámica
y la electricidad, 1895

[En 1965] el automóvil de lujo tendrá seis metros de largo y será impulsado por una turbina de gases, hermana pequeña de la propulsión a chorro.

Leo Cherne, director y editor de
The Research Institute of America, 1955

El hombre nunca llegará a la Luna, a pesar de todos los adelantos científicos del futuro.

Lee Deforest,
inventor de la válvula electrónica, 1957

Las aspiradoras impulsadas por energía nuclear posiblemente serán una realidad en unos diez años.

Alex Lewyt,
fabricante de aspiradoras, 1955^[18]

La única predicción de la futurología indudablemente cierta es que, en el futuro, los futurólogos de hoy en día parecerán necios. Si bien desconocemos cuáles serán los logros últimos a los que llegará la inteligencia artificial, lo cierto es que dependerán de un sinfín de vicisitudes prácticas, que se irán descubriendo sólo sobre la marcha. Con todo, es un hecho indiscutible que las máquinas dedicadas a la computación son inteligentes^[19].

La comprensión científica y los logros técnicos se hallan conectados sólo de un modo impreciso. Durante cierto tiempo, hemos llegado a conocer a fondo el funcionamiento del corazón y los huesos de la cadera, pero si bien hablar de caderas artificiales se ha convertido casi en un tópico, hablar de un corazón artificial es cuando menos escurridizo. Debemos tener presentes los escollos que jalonan la relación entre teoría y aplicación al ocuparnos de la inteligencia artificial cuando buscamos en ella indicios y pistas que aclaren el funcionamiento de los ordenadores y de la mente. En este sentido, para referirnos al estudio de la mente inspirado por los ordenadores sería más adecuado hablar de Computación Natural y no de Inteligencia Artificial^[20].



La teoría computacional de la mente se ha atrincherado en la neurociencia, es decir, en el estudio de la fisiología del cerebro y el sistema nervioso. Ningún rincón de este ámbito es insensible a la idea de que el procesamiento de la información es la actividad fundamental del cerebro. Al procesamiento de la información se debe que los neurocientíficos se interesen más por las neuronas que por las células gliales, aunque las glías ocupen un mayor espacio en el cerebro. El axón (filamento largo de salida) de una neurona está diseñado, en todos sus detalles moleculares, para propagar la información con una alta fidelidad a través de largos intersticios de separación y cuando su señal eléctrica se traduce en señal química en la sinapsis (la unión entre neuronas), el formato físico de la información cambia mientras la información permanece siendo la misma. Como veremos, el árbol de dendritas (fibras de entrada) en cada neurona parece realizar las operaciones lógicas y estadísticas básicas que subyacen a la computación. Términos de la teoría de la información como, por ejemplo, «señales», «códigos», «representaciones», «transformaciones» y «procesos» inundan el lenguaje de la neurociencia.

El procesamiento de la información define incluso las preguntas que son legítimas en este ámbito disciplinar. Si la imagen retínica está invertida, ¿cómo conseguimos ver el mundo del derecho? Si el córtex visual se halla en la parte posterior del cerebro, ¿por qué no tenemos la sensación de ver en la parte posterior de la cabeza? ¿Cómo es posible que nuestra experiencia de un cubo verde surja de neuronas que ni son de color verde ni tienen forma de cubo? Todo neurocientífico sabe que éstas son falsas preguntas, pero ¿por qué? Sencillamente, porque tratan de unas propiedades del cerebro que no afectan en lo más mínimo a la transmisión y el procesamiento de la información.



Si la utilidad de una teoría científica depende de los hechos que explica y los descubrimientos que inspira, el aspecto que mayor interés reviste para la teoría computacional de la mente es el impacto que ha tenido en psicología. Skinner y otros conductistas insistían en que hablar de acontecimientos mentales era una especulación estéril, y que sólo las conexiones estímulo-respuesta podían ser estudiadas tanto en el laboratorio como en la naturaleza. Con el tiempo, no obstante, resultó que justamente lo contrario era verdad. Antes de que, en las décadas de 1950 y 1960, Newell y Simón, así como los psicólogos George Miller y Donald Broadbent, importaran ideas del ámbito de la computación, la psicología era de lo más insípido y pesado. El temario de psicología abarcaba la psicología fisiológica, a saber, el estudio de los reflejos; la percepción, sobre todo el estudio de pitidos; el aprendizaje, es decir, el estudio de las ratas; la memoria, a su vez centrada en el estudio de sílabas sin sentido; la inteligencia, es decir, la determinación del CI; y la personalidad, basada en los tests. A partir de entonces la psicología ha sabido trasladar las preguntas

planteadas por los más profundos pensadores de nuestra historia al laboratorio y ha realizado millares de descubrimientos sobre aspectos de la mente que no eran ni siquiera sonables hace apenas unas décadas.

El florecimiento en este ámbito se alcanzó a través del programa central que la teoría computacional planteó a la psicología: descubrir la forma de las representaciones mentales (las inscripciones simbólicas utilizadas por la mente) y los procesos (los demonios) que las autorizan. Platón, en el conocido mito de la caverna, sostenía que los seres humanos nos hallamos atrapados en el interior de una caverna y que conocemos el mundo sólo a través de las sombras que se proyectan en sus paredes. El cráneo es nuestra caverna y las representaciones mentales son las sombras. La información en una representación interna es todo cuanto podemos conocer del mundo. Como si de una analogía se tratara, consideremos el modo en que funcionan las representaciones *externas*. Por ejemplo, el extracto bancario de mi cuenta corriente enumera cada depósito como una única cantidad. Si deposito varios cheques y cierta suma de dinero en efectivo, no puedo comprobar si un cheque en concreto figura en este ingreso, esa información queda eliminada de la representación. Y lo que es aún más, la *forma* de la representación determina aquello que fácilmente puede deducirse de ella, porque los símbolos y su disposición son las únicas cosas a las que es capaz de responder un homúnculo lo bastante necio como para ser sustituido por una máquina. La representación arábiga de los números es valiosa porque se puede realizar la suma numérica aplicando de forma monótona unas pocas operaciones, es decir, buscando las cantidades en la tabla de sumar y anotando los resultados y llevándonos dígitos para seguir con la operación. En este sentido, los numerales romanos no han subsistido, salvo cuando se trata de clasificar o como puro adorno, porque realizar con ellos las operaciones que supone una suma es de hecho mucho más complicado, y las operaciones de multiplicación y división son prácticamente imposibles.

La concreción de las representaciones mentales es la vía que conduce al rigor en psicología. Muchas explicaciones del comportamiento parecen vacías y superficiales porque explican los fenómenos psicológicos en términos de otros fenómenos, así mismo psicológicos, que son en igual medida misteriosos. Así, la respuesta a la pregunta ¿por qué experimentamos mayor dificultad al realizar una tarea que otra?, raya en la obviedad: «porque la primera es “más difícil”». O ¿por qué las personas generalizan un hecho relativo a un objeto a otro objeto? Porque los objetos son «similares». O ¿por qué las personas reparan en este suceso y no en aquel otro? Porque el primero es «más notable». Este tipo de explicaciones, de hecho nos engañan. La dificultad, la similitud y la prominencia se hallan en la mente del observador, lo cual precisamente es lo que nos proponemos explicar. Para un ordenador es más difícil recordar lo esencial del cuento de la *Caperucita roja* que memorizar un número de veinte dígitos. Para un humano es más difícil recordar el número que lo esencial de una obra. Dos bolas de papel de periódico arrugado nos

parecen similares, aunque sus formas sean completamente diferentes; en cambio, los rostros de dos personas nos parecen diferentes, aunque sus formas sean las mismas. Para las aves migratorias que navegan de noche guiándose por las estrellas del firmamento, las posiciones que ocupan las constelaciones a diferentes horas de la noche son bastante notables; en cambio, para cualquier persona, apenas son perceptibles.

Pero, si saltamos hasta el nivel de las representaciones, descubrimos un tipo de entidad más firme, la cual se puede contar y emparejar de forma rigurosa. Para que una teoría de la psicología sea útil, debe predecir que las representaciones que requiere la tarea «difícil» contienen más símbolos (los cuenta) o activa una cadena más larga de demonios que la tarea «fácil». Debe predecir que las representaciones de dos cosas «similares» comparten muchos más símbolos y cuentan con menos símbolos no compartidos que las representaciones de cosas «disimilares». Las entidades «notables» deben tener representaciones diferentes a las de sus vecinas y las «irrelevantes» deben tener las mismas.

La investigación llevada a cabo en el ámbito de la psicología cognitiva ha intentado triangular las representaciones internas de la mente midiendo informes que daban los sujetos, tiempos de reacción y errores en que incurren cuando recuerdan, resuelven problemas, reconocen objetos y generalizan a partir de la experiencia. El modo que tenemos de generalizar es quizás el signo más revelador de que la mente utiliza representaciones mentales, y no unas pocas, sino muchísimas.

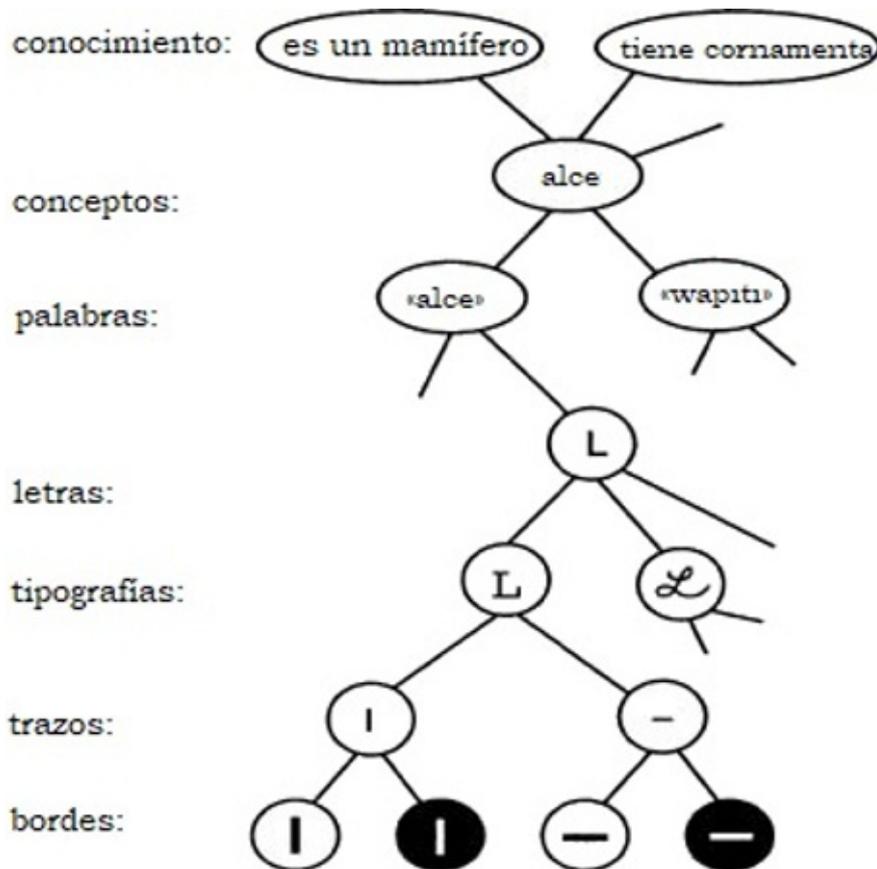
Supongamos que nos haya costado un buen rato aprender a leer una nueva tipografía de fantasía adornada con florituras, pero hemos practicado con algunas palabras y estamos en condiciones de leerla tan aprisa como cualquier otra tipografía. Entonces vemos una palabra familiar que no formaba parte del conjunto con el que nos habíamos entrenado, por ejemplo, *alce*. ¿Tendremos que volver a aprender que la palabra es un sustantivo? ¿Tendremos que volver a aprender cómo pronunciarla?, ¿qué el referente es un animal?, ¿o el aspecto que tiene el referente?, ¿qué tiene masa, resuella y amamanta a sus crías? Ciertamente no, si bien este banal talento nuestro nos explica algo. El conocimiento que tenemos de la palabra *alce* no estaría unido directamente a las figuras físicas de las letras impresas, porque, de estarlo, cuando aparecieran nuevas letras, nuestro saber carecería de correspondencia con ellas, de modo que no sería disponible hasta que de nuevo aprendiéramos las correspondencias. En realidad, nuestro saber tiene que estar unido a un nódulo, un número, una dirección en la memoria o a una entrada en un diccionario mental que representa la palabra abstracta *alce*, y esa entrada tiene que ser neutra en relación a la tipografía con la que se escribe o la forma en que se pronuncia. Al aprender a leer la nueva tipografía, creamos un nuevo mecanismo de activación visual para las letras del alfabeto, el cual a su vez activaba la vieja entrada *alce*. A partir de ese momento todo cuanto de algún modo colgase de esa entrada sería disponible, sin tener que establecer de nuevo las correspondencias, pieza por pieza, de todo lo que sabemos

sobre los alces con la nueva forma de representar tipográficamente la palabra *alce*. Así es como sabemos que nuestra mente contiene representaciones mentales específicas para las entradas abstractas de las palabras y no para las figuras que cobran las palabras al ser escritas.

Estos saltos y el inventario de las representaciones internas que insinúan son los sellos distintivos de la cognición humana. Si aprendiéramos que, por ejemplo, *wapiti* es otro nombre para denominar a un alce, podríamos tomar todos los hechos que se hallan unidos con la palabra alce y transferirlos de forma instantánea a *wapiti*, sin tener que soldar nuevas correspondencias una a una con esta palabra. Ciertamente, sólo se transferiría nuestro saber zoológico y en ningún caso cabría esperar que *wapiti* se pronunciase como *alce*. Este hecho sugiere que tenemos un nivel de representación específica para los conceptos que se hallan detrás de las palabras, y no a las palabras en sí mismas. Nuestro conocimiento de los hechos relacionados con los alces pende del concepto; las palabras *alce* y *wapiti* también penden del concepto; y la ortografía *a-l-c-e* y la fonética [alze] penden de la palabra *alce*^[21].

Nos hemos desplazado en sentido ascendente desde la tipografía, ahora nos desplazaremos en sentido descendente. Si habíamos aprendido a leer la tipografía en tinta negra sobre papel blanco, no tendremos que aprenderlo de nuevo en el caso de que la tinta sea blanca y el papel rojo. Este hecho desenmascara una representación para los bordes visuales. Cualquier color contiguo con cualquier otro color es percibido como un borde; los bordes definen trazos, y una configuración de trazos constituye un carácter alfanumérico.

Las diversas representaciones mentales conectadas con un concepto como, por ejemplo, alce pueden mostrarse en un esquema sencillo, a veces denominado red semántica, representación cognitiva o base de datos proposicional.



Se trata sólo de un fragmento del inmenso diccionario, enciclopedia y manual práctico multimedia que tenemos en nuestra cabeza. En la mente, sea cual sea el punto que examinemos, descubrimos esta estratificación de capas de representaciones. Supongamos que pido al lector que escriba la palabra *alce* en la tipografía que más prefiera, pero que lo haga con la mano izquierda (si es diestro); o en la arena con la punta del pie o la trace con un puntero láser que sostiene entre los dientes. Sin duda la grafía de las letras será confusa, pero aun así reconocible. Si bien el lector tendrá que practicar antes para lograr que los movimientos sean uniformes, no por ello tendrá que aprender de nuevo cuáles son los trazos que componen cada letra, ni tampoco el alfabeto ni la ortografía de cada una de las palabras en su idioma. La transferencia de habilidad debe conectarse con un nivel de representación destinada al control motor que especifique una trayectoria geométrica, no con las contracciones musculares ni los movimientos límbicos que la efectúan. La trayectoria geométrica se traducirá en movimientos reales gracias a programas de control moderado para cada apéndice.

Volvamos ahora a la situación en la que se hallaba Sally, quien, al principio de este mismo capítulo, escapaba de un edificio en llamas. Su deseo tiene que haberse expresado como la representación abstracta «huir-del-peligro». No podría haberse expresado como salir-corriendo-del-humo, porque el deseo podría haber sido activado por signos distintos al humo (y en ciertos casos, como vimos, el humo no lo activaría); además, su huida podría haberse realizado por muchas clases de acción, y no sólo corriendo. Con todo, la respuesta comportamental de Sally se articuló por

primera vez en el acto. Sally tiene que ser modular: una parte de ella evalúa el peligro, otra decide si tiene que huir, y otra aun resuelve el modo de hacerlo.

Las combinatorias del mentales y de otras representaciones compuestas de partes explican el carácter inagotable del repertorio humano de pensamiento y acción. Bastan unos pocos elementos y unas pocas reglas que los combinen, para generar un amplio e insondable número de representaciones diferentes, porque la cantidad de representaciones posibles crece de forma exponencial a su extensión. El ejemplo más evidente es el lenguaje. Supongamos que tenemos diez opciones entre las que escoger la palabra con la que iniciar una oración; diez opciones más para determinar la segunda palabra (produciendo de este modo un centenar de parejas de palabras entre las que escoger), diez opciones más para la tercera palabra (generando un millar de tríos de palabras como opciones para empezar una oración) y así sucesivamente. (Diez es de hecho el significado geométrico aproximado del número de opciones de palabras disponibles en cada punto al articular una oración que sea gramatical y sensata). La aritmética demuestra que el número de oraciones de veinte palabras o menos (una extensión de lo más habitual) se aproxima a 10^{20} , es decir, un uno seguido por veinte ceros, o cien millones de billones o un centenar de veces el número de segundos transcurridos desde el inicio del universo. Si pongo este ejemplo es para que el lector se sienta impresionado no tanto por la inmensidad del lenguaje, sino por la del pensamiento. Al fin y al cabo, el lenguaje no es como el *scatsinging*^[*1] en jazz, al contrario, cada oración expresa una idea distinta. (No hay oraciones verdaderamente sinónimas). Por tanto, las personas, además de los pensamientos inefables que puedan tener, abrigan algo así como cien millones de billones de pensamientos diferentes, que sí son expresables con palabras^[22].

La inmensidad combinatoria de las estructuras pensables se halla en muchos ámbitos de la actividad humana. El joven John Stuart Mili sintió un profundo desasosiego al descubrir que el número finito de notas musicales unido a la extensión práctica máxima de una obra musical, conducía a pensar que pronto el mundo quedaría falto de melodías. En la época en que Stuart Mill se sumía en la melancolía, ni Brahms, ni Tchaikovski, ni Rachmaninoff ni Stravinsky habían nacido, por no hablar de géneros nuevos como el ragtime, el jazz, los musicales de Broadway y la música electrónica con los blues, el country y el pop, el rock & roll, la samba, el reggae y la música punk. A estas alturas, resulta improbable que lleguen a faltarnos melodías, porque la música es una combinatoria: si cada nota de una melodía puede ser seleccionada a partir de, digamos, ocho notas de inedia, hay 64 pares de notas, 512 motivos de tres notas, 4.096 frases de cuatro notas que, sucesivamente, irán multiplicándose hasta dar un total de billones y billones de piezas musicales^[23].

La facilidad cotidiana con que generalizamos nuestro conocimiento es una clase de estimonio más a favor de la existencia de varios tipos de representaciones de datos en el interior de nuestra cabeza. Las representaciones mentales se exteriorizan también en el laboratorio. Gracias a ingeniosas técnicas, los psicólogos pueden captar

una mente que pasa de representación en representación. El psicólogo Michael Posner y sus colegas dieron de ello una demostración amena. Los voluntarios se hallan sentados delante de una pantalla de vídeo en la que aparecen en breves destellos parejas de letras, por ejemplo, «A A». Se les pide, a continuación, que presionen un botón si las letras son las mismas, y otro en caso de que sean diferentes (por ejemplo, A B). A veces las letras emparejadas aparecen ambas en mayúsculas o en minúsculas (A A o a a), es decir, son físicamente idénticas. A veces, una de las letras está en mayúsculas, y la otra en minúsculas (A a o a A); si bien se trata de la misma letra del alfabeto, desde un punto de vista físico, son diferentes. Cuando las letras son físicamente idénticas, los voluntarios presionan los botones con mayor rapidez y acierto que si son diferentes desde un punto de vista físico, según cabe suponer porque procesan las letras como formas visuales y las emparejan a partir de su geometría, como si fueran plantillas. Cuando una letra es A y la otra letra es a, tienen que convertirlas en un formato en el que sean equivalentes, a saber, «la letra a»; esta conversión añade una décima de segundo al tiempo de reacción. Pero si una letra es proyectada como un destello y la otra la sigue unos segundos después, entonces no importa que, desde un punto de vista físico, sean idénticas o no; A-luego-A es tan lento como A-luego-a. Entonces ya no es posible el emparejamiento rápido mediante plantillas. Al parecer, tras unos pocos segundos, la mente convierte de forma automática una representación visual en otra alfabética, descartando la información relativa a su geometría^[24].

Prestidigitaciones como ésta han mostrado que el cerebro humano utiliza al menos cuatro formatos principales de representación. Uno es la imagen visual, que se asemeja a una plantilla en un mosaico bidimensional como el de un cuadro. (De las imágenes visuales hablaremos en el **capítulo 4**). Otro de estos formatos es una representación fonológica, una cadena de sílabas con las que jugamos en nuestra mente como si fuera una cinta magnetofónica continua, que planifica con extremo detalle los movimientos a realizar con la boca e imagina el sonido que tienen las sílabas. Esta representación semejante a una hebra es un componente importante de nuestra memoria a corto plazo, como sucede cuando buscamos un número de teléfono y lo repetimos en silencio el tiempo justo para poder marcar el número en el dial. La memoria fonológica a corto plazo dura entre uno y cinco segundos y puede tener desde cuatro hasta siete «bloques de información». (La memoria a corto plazo se mide por bloques de información más que por sonidos, porque cada ítem puede ser una etiqueta que anuncia una estructura de información mucho mayor en la memoria a largo plazo, como, por ejemplo, el contenido de una frase u oración). Un tercer formato es la representación gramatical: sustantivos y verbos, frases y cláusulas, troncos y raíces, fonemas y sílabas, todo ello dispuesto en árboles jerárquicos. En *El instinto del lenguaje* expliqué cómo estas representaciones determinan qué aparece en una oración y cómo las personas se comunican y juegan con el lenguaje^[25].

El cuarto formato es el mentales, el lenguaje del pensamiento en que se expresa nuestro conocimiento conceptual. Por ejemplo, una vez que hemos cerrado un libro, olvidamos casi todo acerca del fraseo y la tipografía de las oraciones así como, el lugar que ocupan en la página. Nos quedamos con el contenido o lo esencial. (En los tests de memoria, las personas «reconocen» llenas de confianza oraciones que nunca han visto como si fueran paráfrasis de las oraciones que ya habían visto). El mentales es el medio en que se capta o reproduce fielmente el contenido o lo esencial; en el tablón de anuncios del sistema de producción que identificaba a los tíos y en los niveles «conocimiento» y «concepto» de la red semántica mostrados en el último esquema utilicé retazos de este lenguaje. El mentales es su *lingua franca*, el tráfico de información entre los módulos mentales que nos permite describir lo que vemos, imaginar lo que se nos describe, llevar a cabo instrucciones y así sucesivamente. En realidad, este tráfico puede apreciarse en la anatomía del cerebro^[26]. El hipocampo y las estructuras conexas, que almacenan a largo plazo nuestros recuerdos, y los lóbulos frontales, que acogen el sistema de circuitos de la toma de decisiones, no se hallan directamente conectados a las áreas cerebrales que procesan los datos sensoriales de entrada en bruto (el mosaico de bordes, colores y cintas de tonalidades cambiantes). Más bien, casi todas sus fibras de entrada llevan aquello que los neurocientíficos denominan datos de entrada «altamente procesados», que proceden de regiones situadas una o varias paradas más abajo en el sentido de la corriente que fluye desde las áreas sensoriales. El dato de entrada consta de códigos para objetos, palabras y otros conceptos complejos^[27].



¿Cuál es la razón de que haya tantos tipos de representaciones? ¿No sería más sencillo disponer de algo así como un esperanto de la mente? De hecho, sería infernalmente complejo. La organización modular del software mental, con su embalaje del conocimiento en formatos separados, es un buen ejemplo de cómo la evolución y la ingeniería convergen en dar soluciones similares. Brian Kernighan, un genio del mundo del software, escribió un libro en colaboración con P. J. Plauger titulado *Tire Elements of Programming Style* (una obra basada en el célebre manual de redacción escrito por Strunk y White, *The Elements of Style*). En aquella obra daban sus consejos sobre aquello que hace a un programa funcionar de forma potente, rodar con eficiencia y evolucionar con elegancia. Una de sus máximas era «sustituir las expresiones repetitivas por remisiones a una función común». Por ejemplo, si un programa tiene que calcular las áreas de tres triángulos, no debe tener tres órdenes diferentes, cada una con las coordenadas de cada uno de los triángulos incorporadas en su propia copia de la fórmula que resuelve el área del triángulo. Al contrario, el programa debe tener la fórmula escrita una *única vez*. Debe haber una función «calcular el área del triángulo», y debe haber ranuras o espacios etiquetados X, Y, y Z

que sustituyan las coordenadas de *cualquier* triángulo. Se puede recurrir a esa función tres veces, con las coordenadas procedentes del input rellenando las ranuras X, Y y Z. Este principio de diseño cobra mayor importancia a medida que la función pasa de ser una fórmula de una línea a ser una subrutina de pasos múltiples, y en ella se inspiran estas máximas afines, todas las cuales parecen haberse obtenido por selección natural, a medida que ésta diseñó nuestra mente modular y de formato múltiple:

Modularizar.

Utilizar subrutinas.

Cada módulo debe hacer una única cosa bien.

Asegurarse de que cada módulo oculta algo.

Localizar el input y el output en las subrutinas.

Un segundo principio es el expresado en la máxima:

Escoger la representación de datos que simplifique el programa.

Kernighan y Plauger proponen el ejemplo de un programa que lee una línea de texto y luego tiene que imprimirla centrada entre unos márgenes. La línea de texto puede almacenarse en muchos formatos (como una cadena de caracteres, una lista de coordenadas y demás), pero un único formato permite efectuar el centrado de la línea: asignar ochenta ranuras de memoria consecutivas que reflejen las ochenta posiciones en la presentación input/output. El centrado puede efectuarse siguiendo unos pocos pasos, sin error, para un input de cualquier tamaño; con cualquier otro formato, el programa tendría que ser más complicado. Según cabe presumir, los distintos formatos de representación utilizados por la mente humana —imágenes, lazos fonológicos, árboles jerárquicos, mentales— evolucionaron porque permitían a programas sencillos (es decir, a homúnculos o demonios estúpidos) calcular cosas útiles para los programas^[28].

Y si al lector le gusta la estratosfera intelectual en la que «sistemas complejos» de todas las tipologías se agrupan, será receptivo a la argumentación de Herbert Simón según la cual el diseño modular de los ordenadores y las mentes es un caso especial de diseño modular y jerárquico en *todos* los sistemas complejos. En este sentido, los cuerpos contienen tejidos que están hechos de células que a su vez contienen orgánulos; las fuerzas armadas de un país constan de ejércitos que a su vez constan de divisiones que van desde los batallones hasta los pelotones; los libros se dividen en capítulos que a su vez se dividen en secciones, epígrafes, párrafos y oraciones; los imperios están formados por países, provincias y territorios. Las ricas interacciones entre los elementos que pertenecen al mismo componente y unas pocas interacciones entre los elementos que pertenecen a componentes diferentes definen todos estos sistemas «casi descomponibles». Los sistemas complejos son jerarquías de módulos porque sólo los elementos que se mantienen unidos a los módulos pueden continuar

siendo estables el tiempo suficiente para ser ensamblados en módulos cada vez más grandes^[29]. Simón plantea la analogía de dos relojeros, Hora y Tempus;

Los relojes que fabricaban esos artesanos constaban de unas mil partes cada uno. Tempus había construido el suyo de tal modo que al estar a medio montar y tener que dejarlo —pongamos por caso, para responder al teléfono— inmediatamente se hacía pedazos y tenía que volver a montarlo a partir de los elementos...

Los relojes que fabricaba Hora no eran tan complejos como los de Tempus, pero los había diseñado de tal modo que podían agrupar subensamblajes de diez elementos cada uno. Diez de estos subensamblajes, a su vez, se agrupaban en un subensamblaje mayor, de modo que un sistema de diez de estos últimos subensamblajes constituían todo el reloj. De ahí que, cuando Hora tuvo que dejar un reloj que estaba sólo en parte montado para poder atender al teléfono, perdió tan sólo una pequeña parte de su trabajo y consiguió montar sus relojes en tan sólo una fracción de las horas-hombre que tuvo que emplear Tempus^[30].

Nuestra actividad mental con toda su complejidad sigue el prudente saber de Hora. A medida que vivimos nuestras vidas no tenemos ya que prestar atención a cada garabato o planear al detalle cada movimiento espasmódico muscular. Gracias a los símbolos-palabra, cualquier tipografía puede despertar un fragmento cualquiera de conocimiento, y gracias a los símbolos-objetivo, cualquier signo de peligro puede activar un medio cualquiera de evitarlo.

El resultado final del largo estudio de la computación y la representación mentales por cuyo dominio he conducido al lector es, así espero, una comprensión de la complejidad, la sutileza y la flexibilidad de las que es capaz la mente humana *incluso* si sólo es una máquina, nada más que el ordenador central de un robot hecho de tejidos. No necesitamos recurrir a espíritus o fuerzas ocultas para explicar la inteligencia ni, tampoco, hacer un esfuerzo especial por parecer científicos, ignorando las pruebas que nos dan nuestros propios ojos y afirmando que los seres humanos somos manojos de asociaciones condicionadas, muñecos de los genes o seguidores de instintos brutos. Podemos tener la agilidad y el discernimiento del pensamiento humano y una estructura física mecanicista con la que explicarlo. Los capítulos posteriores, que se proponen explicar el sentido común, las emociones, las relaciones sociales, el humor y las artes, se edifican sobre el fundamento de una psique computacional compleja.

El defensor del título

Por supuesto, si fuera impensable que la teoría computacional de la mente fuese falsa, ello significaría que carecería de contenido. En realidad, ha sido impugnada frontalmente, pero, como cabía esperar de una teoría que se ha hecho tan indispensable, no basta con un certero dardo de cerbatana, y sólo si se minan sus fundamentos será posible derrocarla. Dos escritores muy destacados han hecho propio este desafío y han escogido ambos las armas que han considerado más

adecuadas para este envite, aunque las de uno son absolutamente opuestas a las del otro: el primero de ellos ha recurrido al sentido común más cerril, el segundo, a la física y a las matemáticas esotéricas.

La primera impugnación proviene del filósofo John Searle. Searle creía haber refutado la teoría computacional de la mente en 1980 con un experimento imaginario adaptado de otro ideado por el filósofo Ned Block (quien, por una ironía del destino, es uno de los principales defensores de la teoría computacional). La versión del experimento propuesta por Searle se ha hecho célebre con el nombre de Habitación China. Un hombre, que no sabe ni pizca de chino, es colocado en una habitación. Por debajo de la puerta se le pasan trozos de papel escritos con unos caligramas para él indescifrables. El hombre dispone de una larga lista de instrucciones complejas como, por ejemplo, «siempre que vea [garabato garabato garabato] escriba [caligrama caligrama caligrama]». Algunas de esas reglas le piden que vuelva a pasar el papel con los trazos que ha escrito apresuradamente por debajo de la puerta. A ese hombre, no obstante, se le dan muy bien las instrucciones, y aunque los desconoce, garabatos y caligramas son caracteres de la escritura china, y las instrucciones constituyen un programa de inteligencia artificial para responder a las preguntas sobre historias escritas en chino. Para la persona que se halla al otro lado de la puerta, en el interior de la habitación hay un nativo chinohablante. Ahora bien, si entender consiste en hacer funcionar un programa de ordenador adecuado, el individuo tiene que entender el chino porque, de hecho, está haciendo funcionar un programa como éste. Ahora bien, ese hombre no entiende ni palabra de chino y, de hecho, se limita a manipular símbolos. De ahí se deduce que entender —y, por extensión, cualquier aspecto de la inteligencia— no es lo mismo que manipular símbolos o calcular^[31].

Así, Searle sostenía que el sistema había perdido intencionalidad, es decir, la correspondencia entre un símbolo y lo que éste significa. Son muchos quienes han interpretado esta afirmación en el sentido de que el programa ha perdido *conciencia* y, en efecto, Searle cree que la conciencia y la intencionalidad se hallan estrechamente relacionadas porque somos conscientes de lo que proponemos cuando tenemos un pensamiento o usamos una palabra. La intencionalidad, la conciencia y los demás fenómenos mentales, concluye Searle, no son causados por el procesamiento de la información, sino por las «propiedades fisicoquímicas efectivas de los cerebros humanos reales» (sin que por ello llegue nunca a especificar de qué propiedades se trata).

La Habitación China ha dado pie a un increíble sinfín de comentarios. Más de un centenar de artículos publicados le han replicado, hecho que, sin duda, el lector juzgará como yo mismo hice, motivo más que suficiente para retirar mi nombre de todos los grupos de discusión actualmente abiertos en Internet. A quienes afirman que *toda la habitación* (a saber, el hombre más la hoja con las reglas) entiende chino, Searle replica: ¡magnífico!, entonces que el individuo memorice las reglas, haga los cálculos en su cabeza y trabajemos al aire libre. Entonces, aunque la habitación ha

desaparecido, nuestro manipulador de símbolos continúa sin entender chino. A quienes afirman que el hombre carece de conexión sensoriomotora con el mundo y que tal es, precisamente, el factor esencial que se ha perdido, Searle replica: supongamos que los garabatos de entrada sean los outputs de una cámara de televisión y que los caligramas de salida sean los comandos que mueven un brazo robot. El individuo, aunque tiene ya las conexiones sensoriomotoras, aún no habla chino. A quienes sostienen que su programa no refleja cómo funciona el cerebro, Searle recurre al equivalente de la Habitación China que, en una distribución paralela, propuso Block: el Gimnasio Chino. Allí, millones de personas en un acto gimnástico de primera magnitud actúan como si fuesen neuronas y se envían señales unos a otros a través de radiorreceptores, imitando una red neuronal que responde a preguntas relativas a historias expresadas en chino. Con todo, no es cierto que este *gimnasio* comprenda el chino en mayor medida en que lo hace el individuo de la Habitación China^[32].

La táctica empleada por Searle consiste en apelar una y otra vez al sentido común, al punto que es como si dijera: «¡Anda, vamos! ¿Te propones *afirmar que el muchacho entiende chino?* ¡Venga, no tiene ni idea! ¡Siempre ha vivido en Brooklyn!», etcétera. Sin embargo, si examinamos la historia de la ciencia veremos que ésta no ha sido, por decirlo de un modo suave, muy comprensiva con las intuiciones simples que proponía el sentido común. Los filósofos Patricia y Paul Churchland, por ejemplo, proponen imaginar el modo en que este mismo argumento de Searle hubiera podido utilizarse contra la teoría de Maxwell que, recordémoslo, afirma que la luz está formada por ondas electromagnéticas. Un individuo, que sostiene un imán en su mano, lo hace oscilar hacia arriba y hacia abajo. El individuo genera una radiación electromagnética, pero *no produce luz*; por lo tanto —deduciría Searle—, la luz no es una oscilación electromagnética. El experimento imaginario desacelera las ondas hasta un umbral en el cual los seres humanos no las percibimos ya como luz. Al confiar en nuestras intuiciones durante el experimento imaginario, concluimos falsamente que tampoco las ondas *rápidas* son luz. De forma similar, Searle ha desacelerado la computación mental hasta dejarla en un umbral en el que los humanos no la consideramos ya entendimiento (puesto que, por lo común, entender es un proceso mucho más rápido). Al confiar en nuestras intuiciones durante el experimento imaginario, concluimos falsamente que la computación rápida tampoco puede ser entendimiento. Pero si una versión más acelerada de la historia, ridícula por cierto, que Searle propuso pudiera llegar a ser cierta y conociéramos a una persona que pareciera conversar de forma inteligente en chino, pero estuviera realmente desarrollando millones de reglas memorizadas en fracciones de segundo, no queda tan claro que negásemos que entiende chino^[33].

En mi opinión, Searle se limita a explorar los detalles factuales de la palabra inglesa *understand*. Las personas muestran reticencia a usar la palabra a menos que se den unas condiciones estereotipadas: que las reglas del lenguaje sean utilizadas de

forma rápida e inconsciente y que el contenido del lenguaje esté en correspondencia con las creencias de la persona en su totalidad. Si se resisten a utilizar la palabra vulgar *understand* para abarcar las condiciones exóticas que incumplen el estereotipo, pero conservan la esencia del fenómeno, entonces, desde un punto de vista científico, nada está realmente puesto en tela de juicio. Podemos buscar otra palabra o convenir en usar la anterior en un sentido técnico; ¿a quien le importa? La explicación que se dará de *aquello que hace funcionar el entendimiento* es la misma, pues la ciencia, al fin y al cabo, trata de principios que hacen funcionar las cosas, y no de qué cosas son «en rigor» ejemplos de una palabra familiar. Por ejemplo, si para explicar el funcionamiento del codo humano un científico afirma que es una palanca de segunda clase, el hecho de describir a un muchacho que sostiene una palanca de segunda clase hecha de hierro y exclamar: «¡¡¡Miren, ven cómo el muchacho no tiene tres codos!!!», no constituye de por sí ninguna refutación.

En lo que atañe a las «propiedades fisicoquímicas» del cerebro, ya mencionamos la existencia de un problema: a pesar de que ni los tumores cerebrales, ni los cerebros de los ratones, ni el tejido neural, que se mantienen vivos en un cultivo de laboratorio, son capaces de entendimiento, sus propiedades fisicoquímicas, en cambio, son las mismas que las de nuestros cerebros. La teoría computacional explica la diferencia: aquellos haces de tejido neural no se hallan *dispuestos* en las configuraciones de conectividad que llevan a cabo el tipo correcto de procesamiento de información, es decir, no constan, por ejemplo, de partes que distinguan— los sustantivos de los verbos, y sus modelos de actividad no cumplen las reglas de la sintaxis, la semántica y el sentido común. Ciertamente, siempre podemos denominarla una «diferencia en las propiedades fisicoquímicas» (en el mismo sentido en que dos libros difieren en sus propiedades fisicoquímicas), pero, entonces, el término carece de sentido porque ya no puede definirse en el lenguaje de la física y la química.

En los experimentos imaginarios, cambiar de opinión es lícito. Quizá la réplica definitiva a la Habitación China que proponía Searle se halla en un relato, obra del escritor de ciencia ficción Terry Bisson —hoy por hoy muy difundido en Internet—, cuya incredulidad discurre en el otro sentido. Refiere una conversación entre el responsable de una flota interplanetaria de exploración y su comandante en jefe, y comienza así:

—Son de carne.

—¿De carne?...

—No nos cabe la menor duda. Tomamos a varios de diferentes partes del planeta, los llevamos a bordo, los colocamos en las cápsulas de reconocimiento, los investigamos analizándolos a fondo, y son todos de carne.

—Es imposible. ¿Y las señales de radio, los mensajes enviados a las estrellas?

—Utilizan las ondas de radio para hablar, pero las señales no las emiten ellos, sino máquinas.

—Entonces, ¿quién construye las máquinas? Es con ese alguien con quien queremos establecer contacto.

—Ellos mismos construyen las máquinas. Eso es lo que le intento decir. La carne construye las máquinas.

—Es absurdo. ¿Cómo va la carne a construir una máquina? Me pide que crea en una carne capaz de sentir.

—No se lo pido, lo afirmo. Estas criaturas son la única raza capaz de sentir en este sector y están hechas de carne.

—Tal vez sean como los orfolei. Ya sabe, aquella inteligencia basada en el carbono que pasa transitoriamente por un estado sustancial.

—¡No! Nacen y mueren siendo carne. Los estudiamos en varios estadios de su vida, que no dura demasiado. ¿Tiene idea del tiempo que vive la carne?

—Ahórreme los detalles. Bien, tal vez sean sólo en parte carne. Ya sabe, como los weddilei. Una cabeza de carne con un cerebro electroplasmático en su interior.

—No, ya pensamos en ello, dado que tienen cabezas de carne como los weddilei. Pero le digo que los investigamos y analizamos a fondo. Están hechos íntegramente de carne.

—¿No tienen cerebro?

—Eso sí, tenerlo ya lo creo que lo tienen. ¡Sólo que el cerebro está hecho de carne!

—Entonces... ¿qué elabora el pensamiento?

—¿No me entiende? El cerebro produce el pensamiento. Es la carne.

—¡Carne pensante! ¿Me pide que crea que son carne que piensa?

—¡Sí, carne que piensa! ¡Carne consciente! Carne que ama, que sueña. ¡Todo es carne! ¿Se hace ya una idea^[34]?



La otra impugnación a la teoría computacional de la mente proviene del físico y matemático Roger Penrose, quien desarrolló su postura en un libro titulado *La nueva mente del emperador* (¡ejemplo de impugnación agresiva y descarada!), que fue todo un éxito de ventas. Penrose se basa no en el sentido común, sino en cuestiones abstrusas de la lógica y la física. Por ejemplo, sostiene que el célebre teorema de Gödel implica que los matemáticos —y, por extensión, todos los seres humanos— no son programas de ordenador. A grandes rasgos diremos que Gödel demostró que cualquier sistema formal (como un programa de ordenador o un conjunto de axiomas y reglas de inferencia en matemáticas) que sea incluso moderadamente potente (lo suficiente, no obstante, para enunciar las verdades de la aritmética) y consistente (es decir, que no genere enunciados contradictorios) puede generar enunciados que son verdaderos, pero el sistema no puede demostrar que lo son. Dado que nosotros, matemáticos humanos, sólo podemos ver que esos enunciados son verdaderos, no somos sistemas formales como los ordenadores. Penrose cree que la capacidad del matemático proviene de un aspecto de la conciencia que no se explica como computación. De hecho, no puede explicarse por el funcionamiento de las neuronas, pues son demasiado grandes. No puede explicarse por la teoría de la evolución de Darwin, ni siquiera por la física tal y como la entendemos habitualmente. Los efectos mecánico-cuánticos, que han de explicarse en el marco de una teoría aún inexistente de la gravedad cuántica, operan en la estructura microtubular que constituye el esqueleto en miniatura de las neuronas. Esos efectos son tan extraños que tal vez podrían corresponder a la rareza de la conciencia^[35].

Los lógicos han rechazado el argumento matemático de Penrose por falaz, y el resto de sus afirmaciones han sido criticadas de modo despiadado por los expertos de

las disciplinas en las que parecían ser relevantes. Un problema mayúsculo es que las dotes que Penrose atribuye a su matemático ideal no son compartidas por los matemáticos de carne y hueso, como sucede, por ejemplo, con la certeza de que el sistema de reglas en el que se confía sea consistente. Otro problema consiste en que los efectos cuánticos casi con toda seguridad se anulan en el tejido nervioso. Un tercero es que la estructura microtubular se halla presente en todas las células, y no parece desempeñar papel alguno en el modo en que el cerebro logra la inteligencia. Un cuarto es que no hay el menor indicio acerca de cómo la conciencia podría surgir desde la mecánica cuántica^[36].

Además del objetivo al que apuntan, los argumentos propuestos por Penrose y Searle tienen algo en común. A diferencia de la teoría a la que impugnan, se hallan tan desvinculados de la dinámica del descubrimiento y la explicación propios de la práctica científica que han sido empíricamente estériles y no han aportado ninguna idea ni han inspirado ningún descubrimiento acerca del funcionamiento de la mente. De hecho, la consecuencia más interesante de la obra *La nueva mente del emperador* fue señalada por Dennett. La denuncia hecha por Penrose de la teoría computacional de la mente resulta ser, por una ironía del destino, todo un cumplido. La teoría computacional se adecuaba tan bien a nuestra forma de entender el mundo que, al procurar desbancarla, Penrose se ve obligado a rechazar la mayor parte de la neurociencia, la biología evolutiva y la física contemporáneas.

Sustituido por una máquina

En el relato de Lewis Carroll «Qué le dijo la Tortuga a Aquiles», la perseverante tortuga es alcanzada por el guerrero de pies ligeros, desafiando la paradoja de Zenón, según la cual cualquier ventaja dada en un principio a la tortuga la hacía ser inalcanzable. (En el tiempo que Aquiles tardaría en reducir esa distancia, la tortuga habría avanzado un pequeño espacio más; en el tiempo que tardaría en reducir esa nueva distancia, la tortuga se habría desplazado un poco más, y así *ad infinitum*). En el texto de Carroll, la tortuga plantea a Aquiles una paradoja similar desde el punto de vista de la lógica. Aquiles saca un enorme cuaderno y un lápiz de su casco, y la tortuga dicta la primera proposición de Euclides:

- A) Cosas iguales a una misma cosa son iguales entre sí.
- B) Los dos lados de este Triángulo son iguales a un tercero.
- C) Los dos lados de este Triángulo son iguales entre sí.

La tortuga lleva a Aquiles a convenir que si alguien acepta A y B y «Si A y B, entonces Z», tiene que aceptar así mismo Z. Con todo, llegados a este punto, la tortuga deja de estar de acuerdo con la lógica de Aquiles y afirma que está en

condiciones de rechazar la conclusión Z, porque nadie escribió nunca la regla si-entonces en la lista de premisas que tiene que aceptar. Desafía a que Aquiles la *obligue* a concluir Z, a lo que Aquiles replica añadiendo C a la lista de su cuaderno:

C) Si A y B son verdad, Z tiene que ser verdad.

La tortuga contesta que no consigue ver la razón de que deba admitir que precisamente, porque A y B y C son verdad, Z debe ser verdad. Aquiles añade otro enunciado más a su lista:

D) Si A y B y C son verdad, Z tiene que ser verdad.

y declara que «la Lógica le agarrará por el gaznate y *forzará*» a aceptar Z. La tortuga replica:

—Cualquier cosa que la Lógica —sin necesidad de tanto vano discurso—tenga a bien decirme, merece pasar a la *escritura*. Así que anótalo en tu cuaderno, por favor, y olvida en escritura las hipérboles. Lo llamaremos:

(E) Si A y B y C y D son verdaderas, Z debe ser verdadera.

—Hasta que yo no haya admitido la validez de eso, no me es preciso admitir la validez de Z. Así que es éste un paso totalmente necesario, ¿lo ves?

—Ya veo —dijo Aquiles; y había en su voz un tono de infinita tristeza...

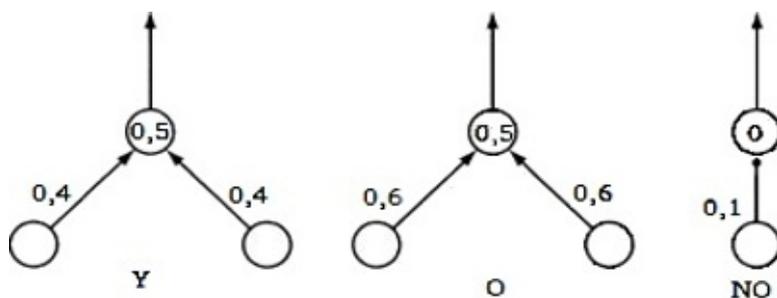
Al llegar a este punto, el narrador se vio obligado a resolver un urgente asunto bancario, y forzado a abandonar a nuestros amigos, no pudo repasar el esbozo hasta algunos meses más tarde. Cuando al fin lo hizo, Aquiles todavía estaba sentado sobre el caparazón de la tortuga y aún escribía en su cuaderno, ya muy emborronado. La tortuga le estaba diciendo:

—¿Has apuntado esta primera etapa? A no ser que haya perdido la cuenta, representa la mil uno. Todavía nos quedan varios millones más...^[37]

Desde luego, la solución a la paradoja consiste en que ningún sistema de inferencia, sigue reglas explícitas en todos los niveles. En un punto determinado, el sistema tiene que, como dijo Jerry Rubin (y posteriormente la Nike Corporation), simplemente hacerlo, es decir, la regla simplemente tiene que ser *realizada* por la operación reflexiva y la fuerza física del sistema, sin plantear más preguntas. En ese punto el sistema, si se traduce prácticamente en una máquina, no seguiría reglas sino que obedecería las leyes de la física. De forma similar, si las representaciones son leídas y escritas por demonios (reglas para sustituir símbolos por símbolos), y éstos tienen en su interior otros demonios más pequeños (y más estúpidos), por último se tendría que llamar a los cazafantasmas y sustituir los demonios más diminutos y estúpidos por máquinas, y, en el caso de las personas y los animales, por máquinas construidas a partir de neuronas: las redes neurales. Veamos, a continuación, de qué modo nuestra imagen de cómo funciona la mente se fundamenta en ideas simples acerca del funcionamiento del cerebro.

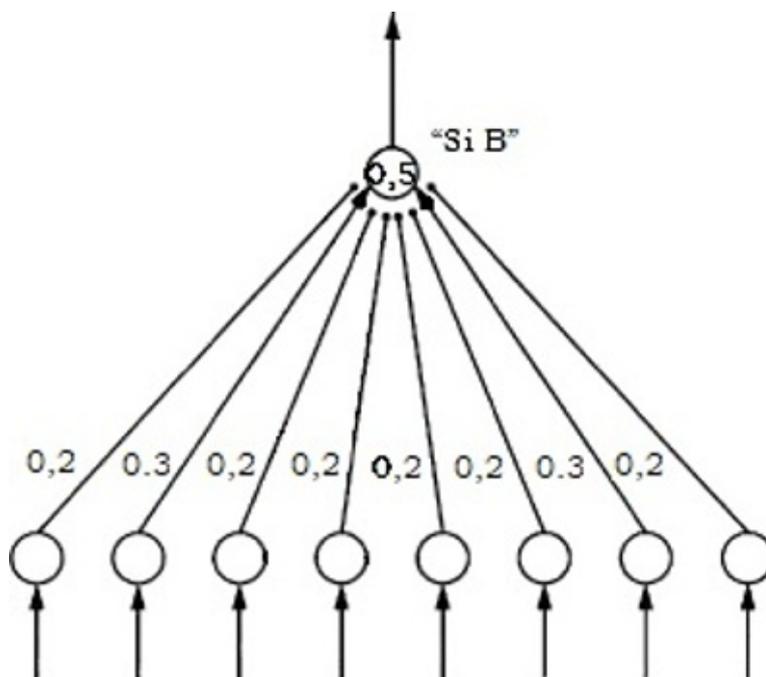
Los primeros indicios fueron aportados por los matemáticos Warren McCulloch y Walter Pitts, quienes describieron las propiedades «neurológicas» de las neuronas conectadas. Aunque las neuronas son complejas y no han llegado a ser completamente comprendidas, McCulloch y Pitts y casi todos los modeladores de la red neuronal consiguieron identificar una de las cosas más significativas que hacen las neuronas. Las neuronas, en efecto, suman un conjunto de cantidades, comparan la suma con un umbral e indican si lo exceden. Se trata, en este caso, de una descripción conceptual de lo que las neuronas hacen; la descripción física correspondiente es que una neurona activada lo es en grados variables, y su nivel de actividad está influido por los niveles de actividad de los axones de entrada de las otras neuronas conectadas por las sinapsis a las dendritas de la neurona (estructuras de input). La sinapsis tiene una intensidad cuyos valores van desde el positivo (activador), pasan por el valor cero (sin efecto) y llegan hasta el valor negativo (inhibidor). El nivel de activación de cada axón de entrada es multiplicado por la intensidad de la sinapsis. La neurona suma estos niveles de entrada y, si el total excede el valor de un umbral, la neurona será más activa y emitirá a su vez una señal a cualquier neurona que se halle conectada con ella. Aunque las neuronas siempre están activas y las señales que reciben meramente las hacen estar activas a un ritmo que es detectablemente más rápido o más lento, a veces es conveniente describirlas como si estuvieran apagadas (ritmo de reposo) o activadas (ritmo elevado)^[38].

McCulloch y Pitts demostraron cómo estas diminutas neuronas se cableaban y constituían portales lógicos. Los portales lógicos hacen efectivos las relaciones lógicas básicas «y», «o» y «no», que subyacen a las inferencias simples. «A y B» (desde un punto de vista conceptual) es una relación verdadera si A es verdad y B es verdad. Un PORTAL-Y (desde un punto de vista mecánico) produce un output si ambos inputs están activados. Para constituir un PORTAL-Y a partir de neuronas diminutas, basta con que el umbral de la unidad de salida sea mayor que cada una de las cargas de entrada, pero menor que su suma, como en la minirred de la ilustración de la izquierda. «A o B» es una relación verdadera (desde un punto de vista conceptual) si A es verdadera o B es verdadera. Un PORTAL-O (desde un punto de vista mecánico) produce un output si uno u otro de sus inputs están activados. Para constituir uno, basta que el umbral sea inferior a cada una de las cargas de entrada, como en la minirred central en la ilustración. Por último, «no A» es una relación verdadera (desde un punto de vista conceptual) si A es falsa, y no A es verdadera. Un PORTAL-NO (desde un punto de vista mecánico) produce un output cuando no recibe ningún input, y viceversa. Para constituir uno, basta que el umbral sea cero, de modo que la neurona se activará cuando no tenga input alguno y hará que la carga de entrada sea negativa, así la señal de entrada desactivará la neurona, como sucede en el caso de la tercera minirred de la derecha en la ilustración.



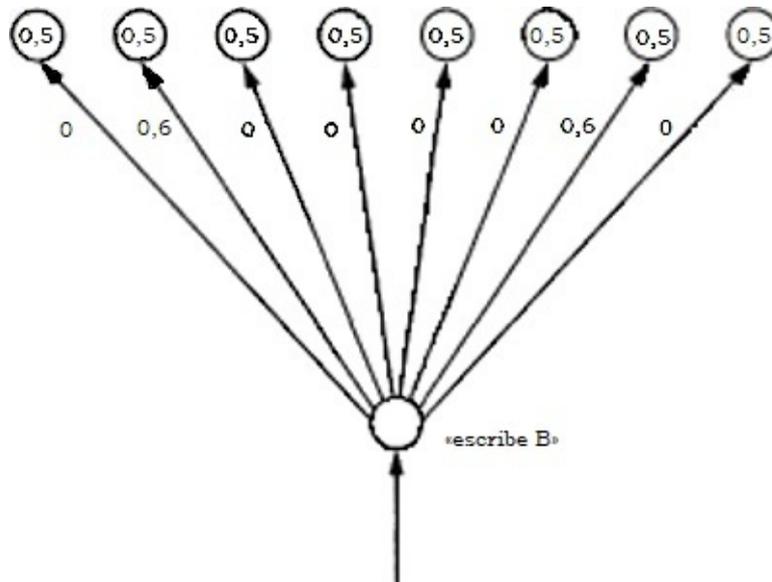
Supongamos ahora que cada neurona diminuta representa una proposición simple. Las minirredes pueden conectarse entre sí, de modo que el output de una alimente el input de otra, a fin de evaluar así la verdad de una proposición compleja. Por ejemplo, una red neuronal podría evaluar la proposición $\{[(X \text{ rumia}) \text{ y } (X \text{ tiene pezuñas hendidas})] \text{ o } [(X \text{ tiene aletas}) \text{ y } (X \text{ tiene escamas})]\}$, es decir, una sinopsis de lo que necesita un animal para ser *kosher* o sacrificable conforme a la ley judía. De hecho, si una red de diminutas neuronas se halla conectada a cierto tipo de memoria extensible (como un rollo de papel que se mueve bajo un troquel de goma y un dispositivo para borrar), sería una máquina de Turing, un ordenador en pleno funcionamiento.

No obstante, representar las proposiciones o incluso los conceptos que las componen, mediante portales lógicos, ya estén hechos éstos de neuronas o de semiconductores, es algo que carece totalmente de sentido práctico. El problema consiste en que cada concepto y proposición tienen que estar conectados de antemano como si fueran una unidad separada. Más bien, tanto los ordenadores como los cerebros representan conceptos como *configuraciones* de actividad sobre *conjuntos* de unidades. Un simple ejemplo es el humilde byte, la unidad que representa un carácter alfanumérico en el ordenador convencional. La representación de la letra *B* es 01000010, donde los dígitos (bits) corresponden a unas diminutas piezas de silicio colocadas en una hilera. Las piezas segunda y séptima están cargadas y se representan con 1, y las otras piezas están descargadas y se representan con 0. Así mismo, se puede formar un byte a partir de neuronas diminutas y se puede montar un circuito para reconocer el modelo *B* como una simple red neuronal.



Podemos imaginar que esta red es una de las partes que constituyen un demon. Si la hilera inferior de neuronas diminutas se halla conectada a la memoria a corto plazo, la de arriba detecta si la memoria a corto plazo contiene una ocurrencia del símbolo *B*. Y el gráfico siguiente aparece una red para una parte del demon que escribe el símbolo *B* en la memoria^[39].

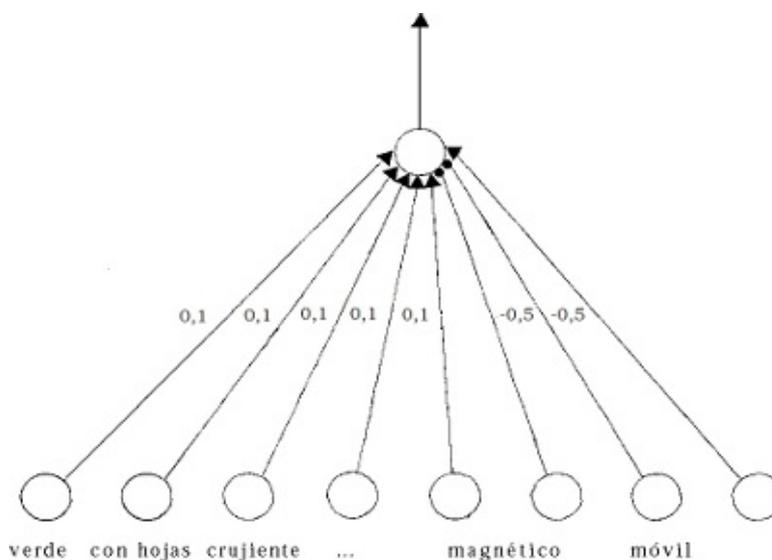
Estamos en camino de construir un ordenador digital convencional a partir de diminutas neuronas, pero, llegados a este punto, cambiemos un poco de dirección y construyamos un ordenador más biomórfico. Ante todo, podemos utilizar las neuronas diminutas para llevar a cabo no las reglas de la lógica clásica, sino las de una lógica difusa. En muchos ámbitos las personas no tienen una convicción adecuada al principio maximalista de todo-o-nada en relación a la verdad de algo. Una cosa puede ser un ejemplo mejor o peor de una categoría más que ser cierta o errónea. Pongamos como ejemplo la categoría «vegetal». Casi todo el mundo conviene en que el apio es un vegetal con un penacho de hojas, pero que el ajo es, en cambio, sólo un ejemplo regular. El caso extremo lo ejemplifica la situación que se creó cuando la administración Reagan justificó su frugal programa de comida escolar afirmando que incluso la salsa de tomate era un tipo de vegetal. (Aunque tras una lluvia de encendidas críticas la administración dio marcha atrás, reconociendo que no era un ejemplo muy bueno de vegetal). Desde un punto de vista conceptual, renunciamos a la idea de que algo es o no es un vegetal y sostenemos que las cosas pueden ser ejemplos mejores o peores de vegetal. Desde un punto de vista mecánico, ya no insistimos en que una unidad que representa lo vegetal esté activa o apagada, sino que le concedemos un valor que va desde 0 (para, por ejemplo, una piedra), pasando por 0,1 (para la salsa de tomate) y 0,4 (para el ajo) hasta alcanzar el valor 1 (en el caso del apio).



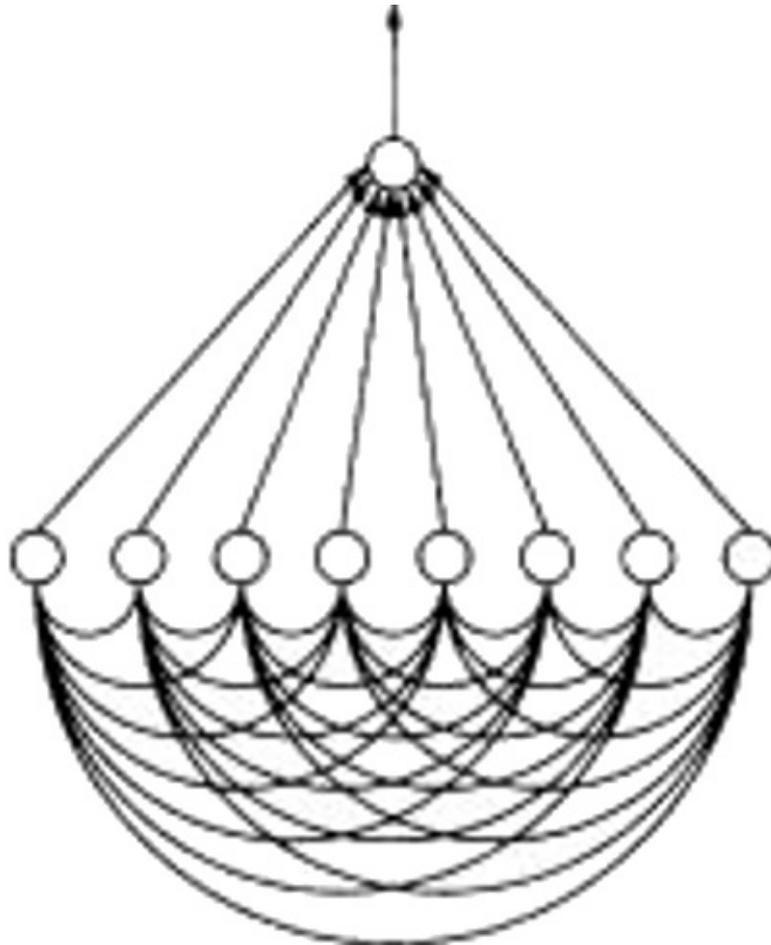
Así mismo, podemos desmenuzar el código arbitrario que relaciona cada concepto con una serie sin sentido de bits. Cada bit se gana su posición representando algo. Un bit puede que represente «verdor», otro «tener hojas», otro «crujiente», y así sucesivamente. Cada una de estas unidades con propiedades vegetales podría conectarse con una pequeña carga a la unidad misma que representa «vegetal». Otras unidades, que representan rasgos de los que carecen los vegetales, como «magnético» o «móvil», podrían conectarse con cargas negativas. Desde un punto de vista conceptual, cuantas más propiedades vegetales tiene algo, mejor ejemplo es de vegetal. Desde un punto de vista mecánico, cuanto más activadas están las unidades que representan las propiedades del vegetal, mayor es el nivel de activación de la unidad que representa al vegetal.

Una vez la red es amoldable, puede representar grados de evidencia y probabilidades de sucesos y puede tomar decisiones estadísticas. Supongamos, por ejemplo, que, en este caso, cada unidad en una red represente a un fragmento de pruebas circunstanciales que implican al mayordomo (huellas dactilares en un cuchillo, cartas de amor a la esposa de la víctima y demás). Supongamos que el nódulo superior representa la conclusión de que el mayordomo cometió el asesinato. Desde un punto de vista conceptual, cuantas más pistas hay de que el mayordomo pudo haberlo hecho, mayor será nuestra estimación de que el mayordomo lo hizo. Desde un punto de vista mecánico, cuantas más unidades de las pistas están activadas, mayor será la activación de la unidad de conclusión. Podríamos poner en práctica diferentes procedimientos estadísticos en la red al diseñar la unidad de conclusión para que integrase sus inputs de modos diferentes. Por ejemplo, la unidad de conclusión podría ser una unidad de umbral como los concisos portales lógicos, la cual llevaría a la práctica una política para exteriorizar una decisión sólo si la carga de la evidencia excede un valor crítico (por ejemplo, en este caso, «más allá de toda duda razonable»), O bien la unidad de conclusión podría incrementar su actividad de forma gradual, y su grado de confianza podría aumentar poco a poco con el lento

gotear de las primeras pistas, construirse más deprisa a medida que se acumulan más y más pruebas, y estabilizarse en un punto de rendimientos decrecientes. Precisamente éstos son dos de los tipos de unidad que los modeladores de la red neuronal suelen utilizar.



Podemos ser aún más osados e inspirarnos en el hecho de que, en el caso de las neuronas, a diferencia de lo que sucede con los chips de silicio, las conexiones son baratas. ¿Por qué razón no conectar cada unidad con cada una de las otras unidades? Una red como ésta encarnaría no sólo el conocimiento de que «lo verde» y «lo crujiente» predicen «lo vegetal», sino que «lo verde» predice «lo crujiente», «lo crujiente» predice «el tener hojas», «lo verde» predice la «inmovilidad» y así sucesivamente.



Al dar este paso empiezan a suceder cosas interesantes. La red comienza a asemejarse a los procesos de pensamiento humanos de un modo en que son incapaces de hacerlo las redes poco conexas. Por esta razón los psicólogos y los investigadores de la inteligencia artificial han empleado redes de conexión en que todo está conectado con todo para modelar muchos ejemplos de simple reconocimiento de la configuración. Han construido redes para las líneas que co-ocurren en letras, las letras que co-ocurren en palabras, las partes de animales que co-ocurren en animales y las piezas del mobiliario que co-ocurren en habitaciones. A menudo el nódulo de decisión en la parte superior es desechado y sólo se calculan las correlaciones entre las propiedades. Estas redes, a veces denominadas autoasociadoras, cuentan con cinco rasgos formidables.

Primero, un autoasociador es una memoria reconstructiva de contenido direccionable. En un ordenador convencional, los bits en sí mismos carecen de sentido, y los bytes que aquéllos constituyen, disponen de direcciones arbitrarias, como si se tratara de casas distribuidas en una calle, que nada tienen que ver con sus contenidos. Se accede a las localizaciones^[*] de memoria gracias a sus direcciones, y para determinar si un modelo ha sido almacenado en algún punto de la memoria basta con buscar en todas ellas (o utilizar atajos inteligentes). En una memoria de contenido direccionable, por otro lado, el hecho de especificar una información de forma automática ilumina cualquier localización en la memoria que contenga una copia de la información buscada. Dado que una información es representada en un

autoasociador mediante la activación de las unidades que representan sus propiedades (en este caso «apio» «verdor», «tener hojas», etcétera), y dado que esas unidades están conectadas entre sí por cargas fuertes, las unidades activadas se reforzarán también entre sí, y al cabo de unas pocas rondas en las que la activación reverbera por la red, todas las unidades pertenecientes a la información quedarán sujetas en la posición «activado», indicando así que la información ha sido reconocida. De hecho, un único autoasociador puede dar cabida a muchos conjuntos de cargas en su batería de conexiones, y no sólo a una, de modo que puede almacenar muchas informaciones a la vez.

Mejor aún, las conexiones son lo bastante redundantes como para que incluso en el caso de que sólo *una parte* del modelo de una información se presente al autoasociador —por ejemplo, sólo las propiedades de «verdor» y «crujiente»—, el resto del modelo, como «tener hojas», se completa de forma automática. En ciertos sentidos esto evoca el funcionamiento de la mente. No precisamos de cláusulas predefinidas de acceso a la información para las informaciones ya presentes en la memoria; casi cualquier aspecto de un objeto puede permitir recordar el objeto. Por ejemplo, podemos traer a la memoria «vegetal» al pensar en cosas que son verdes, tienen hojas, o son verdes y crujientes, o tienen hojas y son crujientes. Un ejemplo visual es la capacidad que tenemos para completar una palabra a partir de unos pocos de sus fragmentos. Por ejemplo, en el caso de esta figura, no la vemos como si fueran segmentos aleatorios de línea o ni siquiera como una secuencia arbitraria de letras, MIHB, sino como algo más probable (MIND):



Un segundo aspecto ventajoso, denominado «degradación indulgente», ayuda a tratar el input que lleva ruido incorporado o los fallos del hardware. ¿Quién no se ha sentido tentado a dar un golpe a la pantalla del ordenador cuando responde a la orden `impirmir archivo` con el mensaje de error `imprimir: comando no disponible`? En la película *Toma el dinero y corre*, de Woody Allen, los planes del atracador de bancos Virgil Starkwell quedan desbaratados por su caligrafía cuando la cajera le pregunta por qué escribió que la está apuntando con un «chacarro». En una caricatura de Gary Larson que decora las puertas de los despachos de muchos psicólogos cognitivos, un piloto que sobrevuela a un naufrago en una isla desierta, tras leer el mensaje que éste había garabateado en la arena, dice por la radio: «¡Aguarden, aguarden!... retiren lo dicho, creo que pone “AGUDA”». Los seres humanos de carne y hueso lo hacemos mejor, quizá porque estamos hechos a medida de los

autoasociadores que utilizan una preponderancia de fragmentos mutuamente consistentes de información para invalidar otro extraño. «Impirmir» activaría el modelo más familiar «imprimir»; «chacarro» sería deformado en «cacharro», «*Aguda*» en «*Ayuda*». De forma similar, un ordenador con un único bit deteriorado en su disco, con una leve corrosión en una de sus clavijas, o una accidental humidificación en la toma de corriente, pueden bloquear el ordenador y estropearlo. Un ser humano que, en cambio, está cansado, siente resaca o tiene una lesión en el cerebro no se bloquea y estropea, sino que, por lo general, es más lento y menos preciso, pero puede llegar a formar una respuesta inteligible.

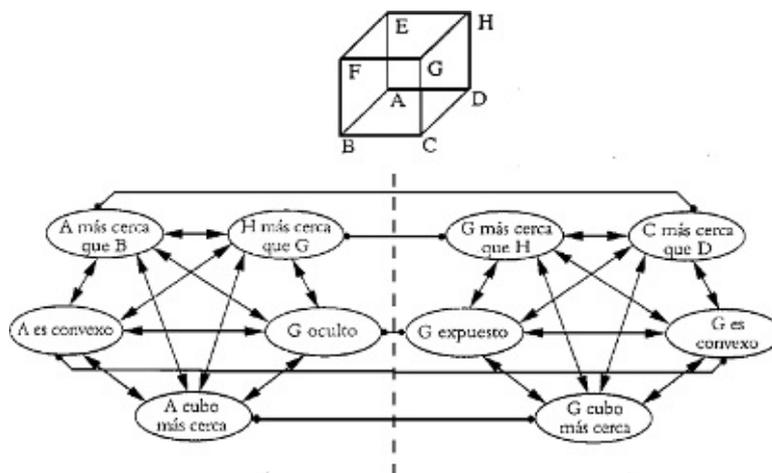
Una tercera ventaja es que los autoasociadores pueden hacer una versión simple del tipo de computación que denominamos «satisfacción de restricciones». Muchos de los problemas que resolvemos son similares al de saber qué fue primero, el huevo o la gallina. Un ejemplo que ya mencionamos en el **capítulo 1** es que computamos la luminosidad de una superficie adivinando su ángulo y calculamos el ángulo de la superficie a partir de una estimación de su luminosidad, sin saber de antemano con certeza ni lo uno ni lo otro. Este tipo de problemas abunda en el campo de la percepción, el lenguaje y el razonamiento de sentido común. ¿Veo un pliegue o un borde? ¿Oigo la vocal [I] (como en *pin*) o la vocal [e] (como en *pen*) con un acento inglés del sur de Estados Unidos? ¿Fui víctima de un acto de malicia o de un acto de estupidez? A veces, estas ambigüedades pueden resolverse escogiendo aquella interpretación que sea consistente con el mayor número de interpretaciones de *otros* acontecimientos ambiguos, si todos pudiesen ser resueltos de una vez. Por ejemplo, si un sonido pronunciado en inglés puede interpretarse como *send* o como *sinned*, y otro como *pin* o *pen*, es posible resolver las incertidumbres escuchando a un hablante cuando pronuncia ambas palabras con el mismo sonido vocálico. «Debe haber querido decir *send* y *pen*», razonaríamos entonces, porque *send a pen* [enviar un lápiz] es la única estimación que no infringe ninguna restricción. *Sinned* y *pin* darían como resultado *sinned a pin*, expresión que infringe las reglas de la gramática y la plausibilidad del sentido; *send* y *pin* puede excluirse por la restricción según la cual dos vocales se pronunciarían de forma idéntica; por último *sinned* y *pen* pueden descartarse porque infringen ambas restricciones.

Este tipo de razonamiento demora mucho el proceso, al tener que ser comprobadas todas las compatibilidades una a una. Pero en un autoasociador son codificadas de antemano en las conexiones, y la red puede evaluarlas todas a la vez. Supongamos que cada interpretación es una neurona diminuta, que hay una para *sinned*, una para *send*, y así sucesivamente. Supongamos que los pares de unidades cuyas interpretaciones son consistentes se conectan con las cargas positivas, y que los pares de unidades cuyas interpretaciones son inconsistentes lo hacen con cargas negativas. La activación reverberará por toda la red y, si todo sale bien, se situará en un estado en que el mayor número de interpretaciones mutuamente consistentes estarán activas. Una buena metáfora es una burbuja de jabón que se bambolea en el

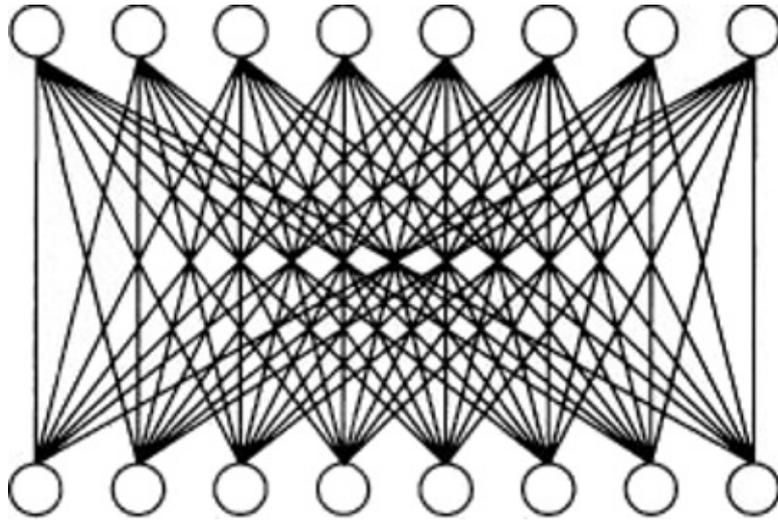
aire adoptando formas ovoides y ameboides a medida que los tirones entre sus moléculas vecinas le van dando una forma esférica.

A veces una red restrictiva puede tener estados mutuamente inconsistentes, pero igualmente estables. De esta forma se capta el fenómeno de la ambigüedad global, en el que un objeto entero, y no sólo sus partes, puede interpretarse en dos sentidos. Si miramos fijamente el dibujo de un cubo (el gráfico siguiente) (en este caso el llamado cubo de Necker), la percepción que tenemos se desplazará súbitamente desde la visión descendente de la cara superior a una visión ascendente de su cara inferior. Al producirse la oscilación global, con ella se arrastran las interpretaciones de todas las partes locales. Cada una de las aristas cercanas se convierte en una arista distante, cada ángulo convexo se percibe como cóncavo y, a veces, se puede captar el cubo como un todo en plena oscilación. La dinámica se capta en una red, que aparece bajo el dibujo del cubo, donde las unidades representan las interpretaciones de las partes, y las interpretaciones consistentes en un objeto de tres dimensiones se excitan unas a otras, mientras que las inconsistentes se inhiben entre sí^[40].

Una cuarta ventaja proviene de la capacidad de la red para hacer generalizaciones de forma automática. De haber conectado nuestro detector de letras (que canalizaba un banco de unidades de entrada hacia una unidad de decisión) a nuestra impresora de letras (que tenía una unidad de intención que se diseminaba en un banco de unidades de salida), con ello hubiésemos elaborado un simple demon de lectura/escritura o de consulta, por ejemplo, uno que respondiese a B imprimiendo una C. Con todo, suceden cosas interesantes si nos saltamos el intermediario y conectamos las unidades de input directamente a las unidades de output.



En lugar de un demon de consulta «fiel a la letra», tenemos uno que generaliza un bit. La red se denomina un asociador de configuración^[41].



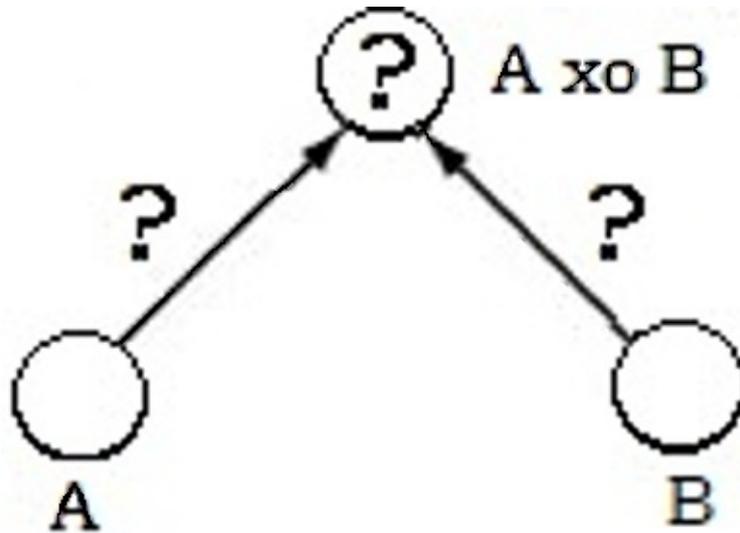
Supongamos que las unidades de input en la parte inferior representan la presencia de animales: «con pelaje», «cuadrúpedos», «con plumas», «verde», «de cuello largo», etcétera. Con suficientes unidades, cada animal puede ser representado activando las unidades en función de su único conjunto de propiedades. Un loro se representa activando la unidad «con plumas», desactivando la unidad «con pelaje», y así sucesivamente. Ahora bien, supongamos que las unidades de output en la parte superior representan hechos zoológicos. Una representa el hecho de que el animal sea herbívoro, otro que tiene sangre caliente, etc. Sin unidades que representen a un animal en particular (es decir, sin ninguna unidad para «loro»), las cargas representan de forma automática el conocimiento estadístico acerca de las *clases* de animales. Incorporan el conocimiento según el cual las cosas que tienen plumas tienden a ser de sangre caliente, que los animales con pelaje tienden a criar a su prole, etc. Cualquier hecho almacenado en las conexiones relativas a un animal («los loros tienen sangre caliente») se transfiere de forma automática a animales similares («los periquitos tienen sangre caliente»), porque la red no se preocupa en absoluto de que las conexiones pertenezcan a un animal, ya que las conexiones meramente dicen qué propiedades visibles predicen tales propiedades invisibles, pasando por alto las ideas acerca de las especies de animales en general.

Desde un punto de vista conceptual, un asociador de configuración capta la idea de que si dos objetos son similares en algunos sentidos, probablemente lo sean también en otros. Desde un punto de vista mecánico, objetos similares son representados por algunas de las mismas unidades, de modo que cualquier fragmento de información conectada a las unidades que representan un objeto, *ipso facto* estará conectada a muchas de las unidades que representan a otro. Además, en la misma red se sobreponen clases con diferentes grados de inclusión, porque cualquier subconjunto de las unidades define implícitamente una clase. Cuanto menor es el número de las unidades, más amplia es la clase. Pongamos por caso que haya unidades de input para «se mueve», «respira», «peludo», «ladridos», «dentelladas» y «levanta la pata en las bocas de incendio». Las conexiones que emanan de las seis unidades activan hechos relativos a los perros. Las conexiones que emanan de las tres

primeras unidades activan hechos relativos a los mamíferos. Las que emanan de las primeras dos activan hechos acerca de los animales. Con cargas adecuadas, el conocimiento programado para un animal puede ser compartido por los miembros de su familia tanto inmediata como lejana.

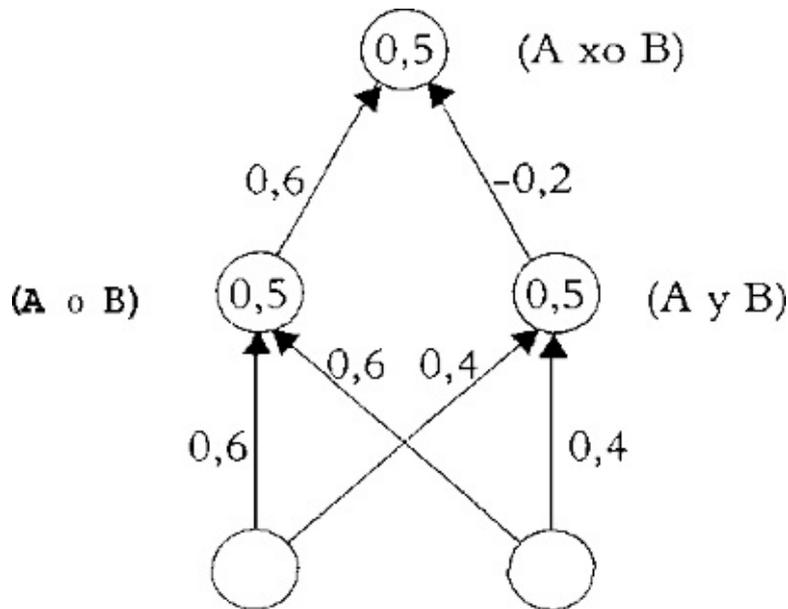
Una quinta peculiaridad de las redes neurales es que aprenden a partir de ejemplos, donde aprender consta de cambios en las cargas de conexión. El constructor de modelos (o evolución) no coloca manualmente los miles de cargas precisas para conseguir los outputs correctos. Supongamos que un «preceptor» alimenta un asociador de configuración con un input y así mismo con el output correcto. Un mecanismo de aprendizaje compara el output real de la red —que de entrada será muy aleatorio— con el correcto, y ajusta las cargas para minimizar la diferencia entre los dos. Si la red deja desactivado un nódulo de output que el preceptor dice que debe estar activado, probablemente preferiremos hacerlo de modo que en el futuro lo active la actual canalización de inputs. Para ello, se aumentan ligeramente las cargas en los inputs activos destinados a la unidad de output refractaria. Además, el propio umbral del nódulo de output es rebajado un poco, para hacer más pronta la activación general y lineal. Si la red activa un nódulo de output y el preceptor dice que debe estar apagado, entonces sucede lo contrario: las cargas de las líneas de input actualmente activas se rebajan en una muesca (posiblemente conduciendo la carga por debajo de cero hasta un valor negativo) y el umbral del nódulo de objetivo se eleva. Todo esto hace que, en el futuro, el nódulo de output hiperactivo se desactive con mayor probabilidad en respuesta a esos inputs. Una serie completa de los inputs con sus outputs es presentada a la red, repetidas veces, provocando oleadas de pequeños ajustes de las cargas de conexión, hasta que se consigue obtener el output correcto para cada uno de los inputs, o por lo menos tan bien ajustado como sea posible.

Un asociador de configuración equipado con esta técnica de aprendizaje se denomina perceptrón. Los perceptrones son interesantes, pero tienen un gran defecto: creen que si un poco de cada ingrediente es bueno, mucho de todo tiene que ser mejor. Al decidir si un conjunto de inputs justifica activar un output, el perceptrón lo carga y suma sus elementos. A menudo eso lleva a obtener la respuesta errónea, incluso en problemas muy sencillos. Un ejemplo de manual de este defecto es el tratamiento que da el perceptrón a la simple operación lógica denominada «exclusiva-o»^[*] («x»), que significa «A o B, pero no ambas»



Cuando A está activa, la red activará A-xo-B. Al estarlo B, la red activará así mismo A-xo-B. Estos hechos, harán que la red aumente tanto la carga de la conexión a partir de A (hasta un valor, por ejemplo, de 0,6) como la carga para la conexión a partir de B (así mismo hasta 0,6), al punto que cada una sea lo bastante elevada para superar el umbral de la unidad de output (cuyo valor es, en este caso, 0,5). Pero, cuando A y B se hallan *ambas* activadas, A-xo-B está doblemente activada y, por decirlo así, habla sin parar a voz en grito cuando se requiere silencio. Si probamos con cargas menores o un umbral más elevado, cuando A y B se hallen ambas activadas habrá silencio, pero, entonces, por desgracia, no habrá ruido cuando *sólo* A o *sólo* B estén activadas. El lector puede experimentar con sus propias cargas y verá cómo nada funciona. La operación exclusiva-o es sólo uno de entre los muchos demonios que no pueden construirse a partir de perceptrones; otros son los demonios que determinan si un número par o impar de unidades se hallan activadas, si una serie de unidades activas es simétrica, y las que dan una respuesta a un simple problema de suma.

La solución consiste en hacer que la red no sea una criatura estímulo-respuesta y dotarla de una *representación interna* entre las capas de input y las de output. La red necesita una representación que explicita los tipos esenciales de información sobre los inputs, de modo que, en realidad, cada unidad de output *pueda* precisamente sumar sus inputs y obtener la respuesta correcta. El siguiente esquema muestra cómo puede hacerse esto en el caso de la operación exclusiva-o:



En este esquema, las dos unidades no nominadas entre el input y el output, ocultas, calculan productos intermedios útiles. Por ejemplo, la de la izquierda calcula el caso simple de «A o B», que a su vez excita simplemente el nódulo de output. La de la derecha calcula el molesto caso anterior de «A y B», e *inhibe* el nódulo de output. El nódulo de output sencillamente puede computar «(A o B) y no (A y B)», algo que se halla al alcance de sus débiles facultades. Obsérvese que, aun en el nivel microscópico de construcción de los demonios más simples a partir de neuronas diminutas, las representaciones internas son indispensables y que las conexiones estímulo-respuesta no son suficientes.

Aún mejor, una red con capas ocultas puede ser capacitada para colocar sus propias cargas, usando una versión mejorada del perceptrón como procedimiento de aprendizaje. Al igual que en la situación anterior, un preceptor da a una red el output correcto para cada input, y la red ajusta las cargas de conexión al alza o a la baja procurando reducir la diferencia. Con todo, esto plantea un problema del que el perceptrón no se preocupaba, a saber: ¿cómo ajustar las conexiones de las unidades de input a las unidades ocultas? Lo problemático es que el preceptor, a menos de que tenga la capacidad de leer el pensamiento, no tiene forma de conocer cuáles son los estados «correctos» para las unidades ocultas, que están como selladas en el interior de la red. Los psicólogos Davin Rumelhart, Geoffrey Hinton y Ronald Williams dieron con una solución ingeniosa. Las unidades de output retropropagan a cada unidad oculta una señal que representa la *suma* de los errores en que incurre la unidad oculta en *todas* las unidades de output con que se conecta («envías demasiada activación» o «envías muy poca activación», y en qué cantidad lo hace). Esa señal puede servir como señal preceptora sustitutiva y utilizarse para ajustar los inputs de las capas ocultas. Las conexiones de la capa de input con cada unidad oculta pueden ser empujadas hacia arriba o hacia abajo para reducir la tendencia de la unidad oculta a rebasar los límites o a no llegar a alcanzarlos, en la actual configuración dada del

input. Este procedimiento denominado «retropropagación del error» puede ser retroiterado hasta un número cualquiera de capas^[42].

Hemos llegado a lo que muchos psicólogos consideran la cumbre de la técnica de los modeladores de las redes neurales. En cierto sentido, hemos vuelto al punto de partida, porque una red de capas ocultas es como el mapa de carreteras arbitrario de portales lógicos que McCulloch y Pitts presentaron como su ordenador neurológico. Desde un punto de vista conceptual, una red de capas ocultas es un modo de componer un conjunto de proposiciones, que pueden ser verdaderas o falsas, en una función lógica complicada que mantiene su unidad gracias a relaciones como «y», «o» y «no», pero con dos peculiaridades. La primera es que los valores pueden ser continuos, y no «activo» o «inactivo», de aquí que representen el grado de verdad o la probabilidad de verdad de cierto enunciado, y no traten sólo de enunciados que son absolutamente verdaderos o absolutamente falsos. La segunda es que, en muchos casos, la red puede ser entrenada para contratar las cargas correctas al ser alimentada con inputs y sus outputs correctos. En estas peculiaridades se halla presente una actitud que consiste en inspirarse en las múltiples conexiones que se dan entre las neuronas del cerebro y no sentir culpabilidad por turbarse con la cantidad de portales y conexiones instalados en una red. Esa ética permite diseñar redes que computen muchas probabilidades y, por lo tanto, exploten las redundancias estadísticas entre los rasgos distintivos del mundo. Y ello, a su vez, permite a las redes neurales generalizar a partir de un input hacia inputs similares sin necesidad de ulterior adiestramiento, siempre que el problema sea aquel en que inputs similares producen outputs similares^[43].

Ésas son unas cuantas ideas sobre cómo realizar efectivamente aquellos demonios ínfimos y sus tableros de anuncios como máquinas vagamente neuronales. Las ideas sirven de puente, aún inseguro, en el camino de explicación que se inicia en el dominio conceptual (la psicología intuitiva del sentido común y las variedades de conocimiento, lógica y teoría de probabilidades que le son subyacentes), prosigue hacia las reglas y las representaciones (demonios y símbolos) y, finalmente, llega hasta las neuronas reales. Las redes neurales deparan así mismo ciertas sorpresas gratas. Al descifrar el software de la mente, puede que usemos fundamentalmente sólo demonios lo bastante torpes para ser sustituidos por máquinas. De parecemos necesario un demonio más ingenioso, alguien tiene que resolver el modo de *construirlo* a base de otros demonios, por decirlo así, más negados. Cuando quienes modelan la red neuronal, al trabajar desde el nivel de las neuronas en sentido ascendente, hacen inventario de los demonios en existencia que realizan cosas prácticas, como, por ejemplo, la memoria de contenidos direccionables o un asociador de configuraciones, que se generaliza de forma automática, entonces todo el proceso se acelera y, a veces, se desarrolla de forma diferente. Los ingenieros del software mental disponen entonces —de hecho, aplicando la ingeniería inversa— de un buen catálogo de piezas con el que pueden encargar demonios inteligentes.

Conectoplasma

¿Dónde terminan las reglas y representaciones en mentales y empiezan las redes neurales? Casi todos los científicos cognitivos están de acuerdo en cuanto a los extremos. En los niveles superiores de la cognición, en los cuales de forma consciente avanzamos lentamente paso a paso y recurrimos a reglas que o bien aprendimos en la escuela o bien descubrimos por nosotros mismos, la mente es como un sistema generativo, con inscripciones simbólicas en la memoria y demonios encargados de llevar a cabo los procedimientos. En un nivel inferior, las inscripciones y las reglas se hacen efectivas en algo similar a una red neuronal, que responde a configuraciones familiares y las asocia con otras. Pero la frontera es un territorio en disputa. ¿Las simples redes neurales tratan la mole de pensamientos cotidianos, dejando que sólo los productos, por decirlo así, del aprendizaje libresco sean tratados mediante reglas explícitas y proposiciones? ¿O las redes son más similares a los materiales básicos que se emplean en la construcción y no son humanamente inteligentes hasta que se unen dando lugar a representaciones y programas estructurados?

Una escuela denominada conexionista, encabezada por los psicólogos David Rumelhart y James McClelland, sostiene que las redes simples por sí mismas pueden dar cuenta de la mayor parte de la inteligencia humana. En su forma más radical, el conexionismo afirma que la mente es una enorme red formada por múltiples capas ocultas y en retropropagación, o tal vez una batería de redes similares o idénticas, y que la inteligencia surge cuando un preparador, en este caso el entorno, afina las cargas de conexión. La única razón de que los seres humanos sean más listos que las ratas es porque las redes neurales humanas disponen de mayor número de capas ocultas entre estímulo y respuesta, a lo que se suma el hecho de que vivimos en un entorno formado por otros seres humanos que actúan como entrenadores de red. Puede que las reglas y los símbolos sean útiles para el psicólogo que se enfrenta a la imposibilidad de seguir el rastro que dejan tras de sí los millones de corrientes de activación que circulan por las conexiones, aunque no es más que una aproximación —tosca, aunque eficaz— a lo que sucede en una red y no cabe pretender que sean algo más^[44].

El otro enfoque —del que soy partidario— es que estas redes neurales por sí solas no pueden realizar esa tarea. Es precisamente la *estructuración* de las redes en programas para manipular símbolos lo que da cuenta de buena parte de la inteligencia humana. En particular, la manipulación de símbolos subyace al lenguaje humano y a las partes del razonamiento que interactúan con él. Aunque no abarca toda la cognición, sí constituye, en cambio, buena parte de ella; es cualquiera de las cosas que nos podemos decir a nosotros mismos y podemos decir a los demás. En mi trabajo diario como psicolingüista he ido reuniendo pruebas de que incluso la más sencilla de las aptitudes que intervienen cuando se habla inglés, como, por ejemplo,

la aptitud para formar el pasado de los verbos (*walk, walked, come, came*) es, desde un punto de vista computacional, demasiado sofisticada para ser tratada en una única red neuronal^[45]. En este epígrafe, me limitaré a presentar una clase más general de pruebas. El contenido de nuestros pensamientos de sentido común (por ejemplo, el tipo de información que se intercambia cuando entablamos una conversación), ¿requiere de un dispositivo computacional diseñado para realizar efectivamente un mentales muy estructurado o puede tratarse mediante la materia genérica constitutiva de la red neuronal, aquello que un bromista denominó conectoplasma? En lo que sigue demostraré al lector que nuestros pensamientos tiene una estructuración lógica delicada,}' que no hay ninguna red simple formada por capas homogéneas de unidades que pueda dominarlas^[46].

Ello debe preocuparnos, porque estas demostraciones ponen en tela de juicio la teoría más influyente de entre todas las que hasta ahora han sido propuestas acerca del funcionamiento de la mente. En sí mismo, un perceptrón o una red de capas ocultas es sobre todo una traducción en alta tecnología de una doctrina ya antigua: la asociación de ideas. Los filósofos británicos John Locke, David Hume, George Berkeley, David Hartley y John Stuart Mili propusieron en su día que el pensamiento estaba regido por dos leyes. Una de ellas era la asociación por contigüidad: las ideas que se experimentan con frecuencia juntas, establecen asociaciones en la mente. Por tanto, cuando una se activa, la otra también. La segunda ley es la asociación por semejanza: cuando dos ideas son similares, cualquier cosa asociada a la primera de ellas se asocia de forma automática a la segunda, o dicho con las palabras que Hume utilizó en 1748 para resumir esta teoría:

La experiencia nos demuestra una serie de efectos uniformes, que resultan de ciertos objetos. Cuando un nuevo objeto, dotado de cualidades sensibles semejantes, se produce, imaginamos que tiene potencialidades y fuerzas similares, y esperamos un efecto similar. De un cuerpo con el color y la consistencia del pan, suponemos una alimentación y un sustento similares...^[47]

La asociación por contigüidad y la semejanza se identificaron con el escriba que se encargaba de llenar la célebre «tabla en blanco», por citar la metáfora que Locke propuso para describir la mente de un recién nacido. La doctrina, conocida como asociacionismo, dominó en Gran Bretaña y Estados Unidos durante varios siglos las ideas acerca de la mente, y aún hoy continúa en gran parte dominándolas. Cuando las «ideas» se sustituyeron por estímulos y respuestas, el asociacionismo se transformó en conductismo. La «tabla en blanco» y las dos leyes de propósito general del aprendizaje son también los puntales psicológicos del Modelo Estándar de las Ciencias Sociales. Aparecen en los tópicos que se utilizan para describir cómo la educación es la que nos lleva a «asociar» la comida con el amor, la riqueza con la felicidad, la altura con la fuerza, etcétera.

Hasta fecha reciente, el asociacionismo era demasiado impreciso para que pudiera procederse a su verificación. Con todo, los modelos de la red neuronal, que se

simulan de forma rutinaria en ordenadores, han servido para concretar las ideas. El esquema del aprendizaje, donde un preceptor presenta la red con un input y el output correcto, y la red se esfuerza por duplicar ese mismo emparejamiento en el futuro, es en realidad un buen modelo para la ley de contigüidad. La representación del input distribuido, donde un concepto no dispone de su propia unidad («loro»), sino que es representado por un modelo de actividad configurado por las unidades que representan a su vez las propiedades del concepto («con plumas», «alado», etc.), tiene en cuenta las generalizaciones automáticas a conceptos similares y, por lo tanto, se adecúa a la ley de asociación por semejanza. Además, si consideramos que todas las partes de la mente son inicialmente el mismo tipo de red, tenemos una aplicación concreta de la «tabla en blanco» de la que hablaba Locke. El conexionismo, por tanto, ofrece una oportunidad. Al ver qué pueden y qué no pueden hacer los modelos de red neuronal, estamos en condiciones de someter a una rigurosa verificación la más que centenaria doctrina de la asociación de ideas.

Antes de emprender esta verificación, es preciso dejar a un lado algunos pretextos que pueden desviar nuestra atención. El conexionismo no es una alternativa a la teoría computacional de la mente, sino una de sus variedades según la cual el tipo principal de procesamiento de la información que realiza la mente es una estadística multivariada. Nadie sostiene que el conexionismo sea el correctivo necesario a la teoría según la cual la mente es como un ordenador convencional, con una unidad central de procesamiento de tipo serial, exenta de error y con una alta velocidad de procesamiento. Por otro lado, tampoco existe un Aquiles de carne y hueso que afirme que cada forma de pensamiento consista en darle a una supuesta manivela siguiendo los millares de reglas reflejadas en un manual de lógica. Por último, las redes conexionistas no son tampoco modelos especialmente realistas del cerebro, a pesar de la prometedora calificación de «redes neurales» al uso. En este sentido, por ejemplo, la «sinapsis» (carga de conexión) puede mudar de excitativa en inhibidora y la información puede fluir en ambas direcciones por un «axón» (conexión), aunque ambas cosas son anatómicamente imposibles. Cuando se trata de escoger entre cumplir con una tarea o reflejar el cerebro, los conexionistas optan a menudo por la primera alternativa, lo cual demuestra que las redes se utilizan como una forma de inteligencia artificial vagamente basada en la metáfora de las neuronas, pero no son en absoluto una forma de modelación neuronal. Y llegados a este punto la pregunta a formular es: ¿los conexionistas realizan el tipo correcto de computaciones para modelar las operaciones del pensamiento humano?



Cinco de los hitos que caracterizan el acto cotidiano de pensar plantean problemas al conectoplasma puro. En un primer momento estos hitos parecían sutiles y nadie sospechó de su existencia hasta que los lógicos, los lingüistas y los

informáticos empezaron a analizar a un nivel microscópico los significados de las oraciones. C o n todo, estos hitos dan al pensamiento humano su precisión y poder distintivos, y son, a mi entender, una parte importante de la respuesta a la pregunta acerca del modo en que la mente funciona.

Un hito consiste en pensar el concepto de un individuo. Retrocedamos al punto en que las redes neurales se apartaban de las representaciones similares a las que realizan los ordenadores. Más que simbolizar una entidad como un modelo arbitrario en una serie de bits, lo representábamos como un modelo en una capa de unidades, cada una de las cuales representaba una de las propiedades de la entidad. El problema inmediato que aparece consiste en que no hay ya modo de distinguir dos individuos que tengan propiedades idénticas. Se hallan representados de un único y mismo modo, y el sistema no entiende el hecho de que no son el mismo pedazo de materia. En este punto habíamos perdido de vista ya al individuo: aunque podemos representar la cualidad de ser un vegetal o la de ser un caballo, no podemos representar a un vegetal en particular o a un caballo en particular. Todo lo que el sistema aprende de un caballo se disuelve en lo que conoce de otro, considerado idéntico, de modo que no hay forma natural de representar dos caballos. Tampoco se logra haciendo que los nódulos destinados a los caballos sean el doble de activos, porque eso es algo indistinguible de estar doblemente seguro de que las propiedades de un caballo se hallan presentes, o de pensar que las propiedades de un caballo están presentes por partida doble.

Resulta fácil confundir la relación entre una clase y una subclase como, por ejemplo, «animal» y «caballo» (que una red maneja fácilmente), con la relación entre una subclase y un individuo, como «caballo» y «Mister Ed». Las dos relaciones son, en efecto, similares en cierto sentido. En ambas, cualquier propiedad de la entidad superior es heredada por la entidad inferior. Si los animales respiran, y los caballos son animales, entonces los caballos respiran; si los caballos tienen pezuñas y Mister Ed es un caballo, entonces Mister Ed tiene pezuñas. Esto puede hacer que un modelador trate a un individuo como si fuera una subclase aunque muy, muy específica, utilizando una ligera diferencia entre las dos entidades —una unidad diminuta que está activa para un individuo e inactiva para el otro— para distinguir los dobles casi idénticos.

Al igual que muchas propuestas conexionistas, esta idea se remonta a la escuela filosófica del asociacionismo británico. Berkeley escribió: «Si prescindimos de las sensaciones de suavidad, humedad, rojez, acidez, eliminamos la cereza, puesto que no es un ser distinto de las sensaciones. Una cereza, sostengo, no es nada sino un agregado de impresiones sensibles»^[48]. Pero las sugerencias de Berkeley nunca resultaron operativas. Aunque conocemos que las propiedades de dos objetos pueden ser idénticas, todavía podemos saber que son distintas. Imaginemos una habitación con dos sillas. Alguien entra y las cambia de sitio. La habitación, ¿es la misma ahora o es diferente a la de antes? Evidentemente, todo el mundo entiende que es diferente.

Pero no conocemos ningún rasgo que distinga una silla de otra, salvo que se puede pensar que una es la Silla Número Uno y la otra la Silla Número Dos. ¡De este modo volvemos a las etiquetas arbitrarias para las ranuras de memoria, al igual que sucede en el ordenador digital que antes habíamos desdeñado! La misma cuestión subyace a una broma que solía gastar el cómico Stephen Wright: «Mientras había salido — declamaba el actor—, alguien entró en mi apartamento; se lo llevó todo y sustituyó todas y cada una de las cosas por una réplica exacta. Cuando se lo dije a mi compañero, éste me dijo: ¿le conozco?».

Cierto es que hay un rasgo característico que siempre distingue a los individuos: no pueden estar en el mismo lugar al mismo tiempo. Quizá la mente podría estampar cada objeto con el momento y el lugar, y actualizar de forma constante esas coordenadas, permitiendo distinguir a los individuos que tienen propiedades idénticas. Pero aun así no conseguimos captar la capacidad que tenemos de distinguir a los individuos en nuestra mente. Supongamos que un infinito plano en blanco contiene sólo dos círculos idénticos. Uno de ellos se traslada y superpone al segundo durante unos instantes, y luego sigue su propia trayectoria. No creo que nadie tenga dificultad en concebir que los círculos son entidades distintas aun en aquellos momentos en que se hallan en el mismo lugar al mismo tiempo, con lo cual se demuestra que estar en un lugar determinado en un momento preciso no es la definición mental de «individuo» que tenemos.

De todo lo dicho no se desprende que los individuos no puedan ser representados en las redes neurales. Al contrario, es fácil, basta con dedicar ciertas unidades a las *identidades* de los individuos en tanto que individuos, independientes de *las propiedades* de los individuos. Se podría otorgar a cada individuo su propia unidad, o darle el equivalente de un número de serie, codificado según una configuración de unidades activas. De aquí se deriva la consecuencia de que las redes de la mente tienen que estar construidas para realizar efectivamente la noción lógica y abstracta de individuo, análoga al papel desempeñado por una ranura de memoria arbitrariamente etiquetada en un ordenador. Pero lo que no funciona aquí es un asociador de configuración restringido a las propiedades observables de un objeto, lo cual no deja de ser un ejemplo modernizado del antiquísimo aforismo aristotélico según el cual «no hay nada en el intelecto que previamente no esté en los sentidos»^[49].

¿Acaso es esta discusión sólo un ejercicio de lógica? En absoluto: el concepto de individuo es la partícula fundamental de nuestras facultades de razonamiento social. Permítame el lector presentarle dos ejemplos extraídos de la vida real, que involucran dos grandes ámbitos de la interacción humana: el amor y la justicia.

Los gemelos monocigóticos comparten la mayoría de sus propiedades. Además de la semejanza física, piensan, sienten y actúan del mismo modo, aunque no de forma idéntica, lo cual deja abierta una trampilla para intentar representarlos como subclases muy próximas. Con todo, cualquier criatura los representaría como

subclases y *sería propensa*, cuando menos, a tratar del mismo modo a los gemelos idénticos, y para ello transferiría, de un modo probabilístico, o en cierta medida, las opiniones que se ha formado acerca de uno al otro (recuerde el lector que ése es uno de los puntos fuertes tanto del asociacionismo como de su realización efectiva como conectoplasma). Por ejemplo, cualquier cosa que nos atrajera hacia uno de los gemelos —ya fuese su modo de andar, de hablar, de mirar, etc.—, también debería atraernos hacia el otro, lo cual, sin duda, daría a los gemelos idénticos el protagonismo en relatos de celotipia y traición cuyas dimensiones serían las propias de la novela gótica. Pero, de hecho, nada de eso sucede, ya que la esposa de uno de los gemelos idénticos no siente ninguna atracción romántica hacia el otro. El amor cierra con llave nuestros sentimientos hacia una persona *como esa persona*, no como un *tipo* de persona, por muy restringido que este tipo sea^[50].

El 10 de marzo de 1988, un individuo arrancó de un bocado la mitad de la oreja al oficial de policía David J. Storton. No había duda de quién lo había hecho: o Shawn Blick, un hombre de veintiún años que vivía en Palo Alto, California, o Jonathan Blick, su hermano gemelo idéntico. Ambos estaban enemistados con el oficial y uno de los dos le había arrancado la oreja de un bocado. Los dos fueron acusados de mutilación criminal con agravante, intento de allanamiento de morada y agresión a un oficial de policía. Al primer cargo, por haberle arrancado la oreja, le correspondía una condena de cadena perpetua. El oficial Storton testificó que uno de los gemelos llevaba el cabello corto y el otro largo, y que había sido el de cabello largo quien le había mordido. Por desgracia, cuando los gemelos se entregaron tres días después de la brutal agresión ambos hombres se habían rapado la cabeza sin que el uno se lo hubiera dicho al otro. Sus abogados argumentaron que a ninguno de los gemelos se le podía aplicar la condena que correspondía al delito de mutilación criminal con agravante, porque tanto en un caso como en el otro existía una duda razonable sobre quién había sido el autor del crimen. La argumentación es convincente porque el sentido que tenemos de la justicia identifica al *individuo* que ha cometido un acto, no las características de ese individuo^[51].

Nuestra obsesión por la personalidad individual no es una peculiaridad inexplicable, sino que probablemente se desarrolló porque de cada ser humano que conocemos, dejando a un lado cualquier propiedad que podamos observar, estamos seguros que alberga una colección irreproducible de recuerdos y de deseos que proceden de una única historia embriológica y biográfica. En el **capítulo 6**, cuando expongamos la ingeniería inversa del sentido de la justicia y de la emoción que es el amor romántico, veremos que el acto mental de registrar personas individuales se halla en el centro de su diseño.

Los seres humanos no son la única clase de individuos confundibles que hemos de tener clara; otro ejemplo, procedente de la vida real, es el ofrecido por un tipo de juegos como el que consiste en adivinar bajo cuál de los tres cubiletes, que una diestra mano cambia de posición rápidamente, se halla una bola. Muchos animales

tienen que adaptarse a este tipo de juego para poder seguir el rastro a los individuos. Un caso es, por ejemplo, la madre que tiene que seguir la pista de su prole, que se asemeja a cualquier otro individuo pero que de forma invisible porta sus genes. Otro ejemplo son los depredadores que dan caza a animales gregarios y tienen que seguirle la pista a un miembro de la manada, adoptando una estrategia que consiste en identificar la presa, sin confundirla con otros individuos, y atacarla mientras el resto del grupo permanece en vilo. En este sentido, cuando un grupo de zoólogos en Kenia intentó agilizar la obtención de datos aplicando un código de color a los cuernos de los ñus, a los que previamente habían sedado, descubrieron que por mucho cuidado que pusieran en que el animal marcado recobraría las fuerzas antes de reintroducirlo en la manada, las hienas le daban muerte al cabo más o menos de un día. Una explicación de este hecho era que el marcador de color facilitaba a las hienas la operación de individualización del ñu y les permitía iniciar la persecución hasta que la presa caía exhausta. En fecha reciente, se ha pensado que las rayas de las cebras no sirven tanto para camuflar al animal entre la maleza —explicación que siempre fue dudosa—, sino más bien para convertir a las cebras de la manada en un auténtico juego de cubiletes, confundiendo a leones y a otros depredadores que intentan mantener la atención fija en una única cebra. Cierto es que desconocemos si las hienas o los leones disponen del concepto de individuo, y tal vez suceda simplemente que un animal excluido les parece más apetitoso. Pero, sin duda, los ejemplos ilustran el problema computacional que supone distinguir a los individuos de las clases, y subrayan la facilidad de la mente humana para hallarle una solución^[52].



Un segundo problema para el asociacionismo es el denominado de composicionalidad: la aptitud de una representación para ser construida a base de partes cuyo significado proviene de los significados de las partes y del modo en que se combinan. La composicionalidad es la propiedad quintaesencial de cualquier lenguaje humano. El significado de «el niño se comió la babosa» puede calcularse a partir del significado de *niño*, *se comió* y *babosa*, y a partir de sus respectivas posiciones en la oración. El todo no es la suma de las partes; cuando las palabras se disponen en la oración de este modo «la babosa se comió al niño», se comunica una idea diferente. Dado que con anterioridad no hemos oído nunca ninguna de las oraciones, tenemos que haberlas interpretado aplicando a una serie de palabras, un conjunto de algoritmos, que incorporan las reglas de la sintaxis. El producto final en cada caso es un pensamiento nuevo que ha sido montado de forma sigilosa. Equipados con los conceptos de «niño», «babosa» y «comer», así como con la capacidad de disponer símbolos para ellos en un tablón de anuncios mental según un esquema que puede ser registrado por los demonios que lo leen, por primera vez en nuestra vida podemos pensar el pensamiento.

Los periodistas suelen decir que la noticia no es que un perro muerda a un hombre, sino que un hombre muerda a un perro. La composicionalidad de las representaciones mentales es lo que nos permite entender las noticias. Podemos concebir nuevas ideas, insensatas y fabulosas, tan excéntricas como se quiera: «la vaca saltó sobre la luna»; «el universo empezó con una gran explosión»; «los alienígenas acaban de aterrizar en Harvard»; «Michael Jackson se casó con la hija de Elvis». Gracias a la matemática combinatoria, nunca andaremos escasos de noticias. Hay centenares de millones de billones de pensamientos pensables.

Cabría considerar que es fácil colocar la composicionalidad en una red neuronal, que basta con activar las unidades que representan «niño», «come» y «babosa». Pero, si eso fuera todo cuanto sucediera en la mente, nos moveríamos en medio de una neblina que nos impediría saber si el niño se come la babosa, la babosa al niño o si el niño y la babosa comen. Los conceptos tienen que ser asignados a roles (lo que los lógicos denominan «argumentos»): quién come y quién es comido.

Tal vez, por tanto, cabría dedicar un nódulo a cada combinación de conceptos y roles. Habría un nódulo «el-niño-se-comió-a-la-babosa» y un nódulo «la-babosa-se-comió-al-niño». El cerebro contiene un número masivo de neuronas, así que, cabría pensar, por qué no hacerlo de ese modo. Una razón para no hacerlo es que, precisamente, es masivo y lo es reaktente. El número de combinaciones crece de forma exponencial a su tamaño admisible, y activa una auténtica explosión combinatoria cuyo número de combinaciones sobrepasa incluso las más generosas de las previsiones acerca de la capacidad del cerebro. Según cuenta la tradición, el visir Sissa Ben Dahir pidió al rey Shirham una humilde recompensa por haber inventado el juego del ajedrez. Todo cuanto pedía era que se colocara un grano de trigo en el primer recuadro del tablero de ajedrez, dos granos en el segundo, cuatro en el tercero, y así sucesivamente. Mucho antes de llegar al sexagesimocuarto cuadrado el rey descubrió que le había entregado, con plena inconsciencia, todo el trigo de su reino. La recompensa ascendía a 141 billones de kilos, el equivalente de la producción mundial de trigo durante dos siglos. Del mismo modo, la combinatoria del pensamiento supera el número de neuronas del cerebro. Cien millones de billones de significados de oraciones no pueden hacerse caber en el interior de un cerebro dotado sólo con cien mil millones de neuronas si cada significado debe tener su propia neurona.

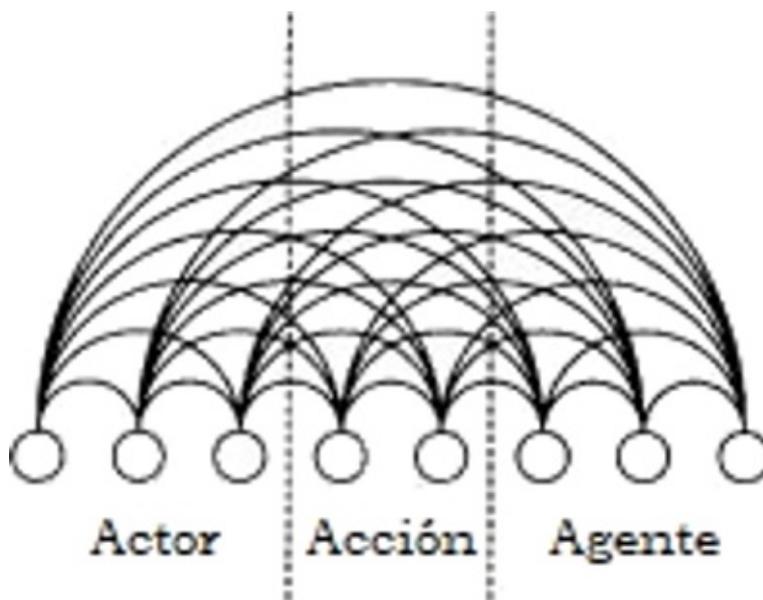
Pero, aun en el caso de que cupieran, resulta harto improbable que un pensamiento complejo se almacene asignando un único pensamiento entero a cada neurona. Los indicios provienen del modo en que nuestros pensamientos se relacionan entre sí. Imaginemos, por un momento, que cada pensamiento tuviera su propia unidad. Habría unidades independientes para «el niño se come a la babosa», «la babosa se come al niño», «el pollo se come a la babosa», «el pollo se come al niño», «la babosa se come al pollo», «el niño ve a la babosa», «la babosa ve al niño», «el pollo ve a la babosa», etc. Las unidades tienen que ser asignadas a todos estos

pensamientos y a muchos otros más; cualquier ser humano capaz de pensar el pensamiento «el niño vio al pollo» es así mismo capaz de pensar el pensamiento de que «el pollo vio al niño». Pero hay algo sospechoso en este inventario de unidades-pensamiento, y es que está plagado de coincidencias. Una y otra vez aparecen niños comiendo, babosas comiendo, niños viendo, babosas viendo, etc. Los pensamientos encajan en las hileras, columnas, capas, hiperhileras, hipercolumnas e hipercapas de una amplísima matriz. Con todo, esta sorprendente configuración confunde si los pensamientos son precisamente sólo una gran colección de unidades separadas; las unidades podrían haber representado con la misma facilidad un inventario de ficciones especulativas que nada tienen que ver entre sí. Cuando la naturaleza nos regala objetos que llenan a la perfección un montón de casillas, de hecho nos está diciendo que los objetos tienen que construirse a base de componentes más pequeños, los cuales corresponden a las hileras y a las columnas. De este modo, la tabla periódica de elementos químicos condujo a una comprensión de la estructura del átomo. Por razones similares podemos concluir que la urdimbre y la trama de nuestros pensamientos pensables son los conceptos que los componen. Los pensamientos se ensamblan con conceptos y no se almacenan como un todo^[53].

El problema de la composicionalidad es sorprendentemente espinoso para el conectoplasma. Todas las estratagemas más evidentes utilizadas para salvar este problema resultan ser medidas parciales inadecuadas. Supongamos que dedicamos cada unidad a una combinación de un concepto y un rol. Tal vez una unidad representaría «niño-come» y otra, «babosa-es-comida», o quizá una unidad representaría «niño-hace-algo» y otra «algo-es-hecho-a-la-babosa». Si bien este paso reduce considerablemente el número de combinaciones, lo hace al precio de reintroducir la confusión sobre quién hizo qué a quién. El pensamiento «el niño se comió el pollo cuando el perro pastor se comió la babosa» sería indistinguible del pensamiento «el niño se comió la babosa cuando el perro pastor se comió al pollo». El problema es que una unidad que represente «niño-come» no dice *qué* comía, y una unidad que hace lo propio para «babosa-es-comida» no afirma quién se la comía.

Un paso en la dirección correcta consiste en incorporar en el hardware una distinción entre los conceptos (niño, babosa, etc.) y los roles que desempeñan (activo, pasivo, etc.). Supongamos que constituimos *fondos* de unidades, uno para el rol de actor, otro para la acción, otro más para el papel pasivo. Para representar una proposición, cada fondo de unidades se llena de modelos que representan el concepto que en realidad desempeña el rol, y que son desviados hacia ese fondo desde un almacén independiente de memoria destinado a los conceptos. Si conectásemos cada uno de ellos con el resto de nodulos, tendríamos un autoasociador para las proposiciones que alcanzaría a tener una mínima facilidad con los pensamientos combinatorios. Podríamos almacenar «el niño se comió a la babosa» y, entonces, cuando cualquiera de los dos componentes se presentara como una pregunta (por ejemplo, «niño» y «babosa») representando la pregunta «¿cuál es la relación entre el

niño y la babosa?»), la red completaría el modelo activando las unidades que representan el tercer componente (en este caso, «comió»).



Ahora bien, ¿lo hará? Por desgracia, no. Examinemos estos pensamientos:

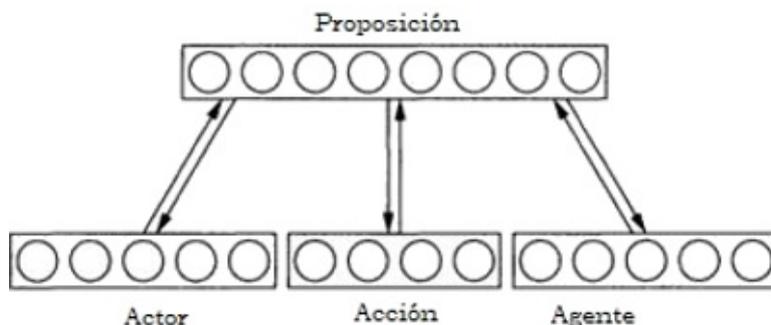
Niño lo mismo que niño.

Niño diferente de babosa.

Babosa diferente de niño.

Babosa lo mismo que babosa.

Ningún conjunto de cargas de conexión que coloque «niño» en la primera ranura y «lo mismo que» en la del medio para activar «niño» en la tercera ranura, y que permita a «niño» y a «diferente de» activar «babosa», y que permita «babosa» y «diferente de» activar «niño», permitirá también que «babosa» y «lo mismo que» activen «babosa». Se trata del problema de la disyunción exclusiva u o-exclusiva expresado de un modo diferente. Si los enlaces «niño-a-niño» y «lo mismo que niño» son fuertes, activarán «niño» como respuesta a «niño lo mismo que___» (lo cual es correcto), pero así mismo activarán «niño» en respuesta a «niño diferente de___» (lo cual es erróneo) y en respuesta a «babosa lo mismo que___» (también erróneo). Cribemos las cargas tanto como queramos, pero nunca encontraremos unas que sean operativas para el conjunto de las cuatro oraciones. Dado que cualquier ser humano puede comprender las cuatro oraciones sin confundirlas, la mente humana tiene que representar las proposiciones con algo más sofisticado que un conjunto de asociaciones concepto-a-concepto o concepto-a-rol. La mente necesita una representación para la proposición en sí misma. En este ejemplo, el modelo necesita una capa adicional de unidades o, dicho de forma más clara, una capa dedicada a representar la proposición entera, de modo independiente de los conceptos y sus roles.



La figura de arriba muestra, de una forma simplificada, un modelo ideado por Geoffrey Hinton que sí maneja las oraciones^[54].

La batería de unidades de «proposición» se activa siguiendo modelos arbitrarios, un poco como si fueran números de serie que etiquetan pensamientos completos. Actúa como una superestructura que mantiene los conceptos de cada proposición en las ranuras que les son adecuadas. ¡Obsérvese la fidelidad con que la arquitectura de la red realiza de forma efectiva el mentales, similar a un lenguaje estándar! Ha habido otras sugerencias en relación a las redes composicionales que no son réplicas tan evidentes, pero todas ellas deben tener *cierras* partes diseñadas por una ingeniería especial capaz de separar los conceptos de sus roles y de unir de manera adecuada cada concepto con su rol. Los componentes de la lógica como el predicado, el argumento y la proposición, así como la maquinaria computacional que los maneja, tienen que ser reintroducidos a hurtadillas para lograr un modelo capaz de hacer cosas inteligentes ya que, por sí misma, la materia prima de la asociación no basta^[55].



Otra aptitud mental en la que el lector nunca habrá reparado es la denominada cuantificación, o vinculación de variables. Surge de una combinación del primer problema que abordamos —los individuos—, con el segundo —la composicionalidad—. Nuestros pensamientos composicionales a menudo tratan, al fin y al cabo, de individuos, y el modo en que esos individuos están unidos a las diversas partes del pensamiento establece una diferencia. El pensamiento de que un niño en particular se coma una babosa en particular es diferente del pensamiento en el que un niño en particular come babosas en general, o del que los niños en general comen babosas en general. Hay toda una familia de bromas cuyo sentido del humor varía según la capacidad que tiene quien las escucha para apreciar esa diferencia. «Cada cuarenta y cinco segundos en Estados Unidos alguien sufre una lesión en la cabeza». «¡Dios mío! ¡Pobre tipo!» Al oír que «Hildegard quiere casarse con un hombre cachas», nos preguntamos si tiene ya un elenco de presuntos candidatos o si frecuenta esperanzada el gimnasio. Abraham Lincoln dijo: «Se puede engañar a todo el mundo durante un tiempo; se puede incluso engañar a algunas personas siempre; pero no se puede

engañar a todos siempre». Sin una aptitud para computar la cuantificación, no podríamos entender qué decía.

En estos ejemplos tenemos varias oraciones, o varias lecturas de una oración ambigua, en las que los mismos conceptos desempeñan los mismos roles, pero las ideas como un todo son muy diferentes. No basta con hacer depender los conceptos de sus roles. Los lógicos expresan estas distinciones con variables y cuantificadores. Una variable es un símbolo posicional como, por ejemplo, x o y , que representa la misma entidad en diferentes proposiciones o diferentes partes de una misma proposición. Un cuantificador es un símbolo que expresa «existe un x particular tal que...», y «para todo x es verdad que...». Un pensamiento puede entonces ser captado en una proposición construida a partir de símbolos que representan conceptos, roles, cuantificadores y variables, todo ello ordenado de forma precisa y puesto entre claudátores y corchetes. Comparemos, por ejemplo, «cada cuarenta y cinco segundos {existe una X [que sufre una lesión]}» con «existe una X {que cada cuarenta y cinco segundos [sufre una lesión]}». Nuestro mentales tiene que disponer de una maquinaria que haga algo similar. Pero hasta el momento presente no disponemos de ningún indicio acerca de cómo hacerlo en una red asociativa.

No sólo una proposición puede tratar de un individuo, sino que ella misma debe ser tratada como un tipo de individuo, lo cual plantea un nuevo problema. El conectoplasma consigue su fuerza de las configuraciones superpuestas en un único conjunto de unidades. Por desgracia, eso puede engendrar quimeras extravagantes o hacer que una red no pare de dudar, algo que forma parte de una omnipresente pesadilla para el conectoplasma, conocida con el nombre de interferencia o diafonía.

Disponemos de dos ejemplos. Los psicólogos Neal Cohén y Michael McCloskey prepararon una red para que pudiera añadir dos dígitos. Primero la prepararon para sumar 1 al resto de números: con los inputs «1» y «3», la red aprendió a obtener el resultado «4», y así sucesivamente. Luego la prepararon para que sumara 2 a cualquier otro número. Por desgracia, el problema que suponía sumar 2 rebajaba las cargas de conexión a los valores que eran óptimos para sumar 2, y dado que la red carecía de un hardware independiente en el que anclar el conocimiento del modo de sumar 1, la red pasaba a ser amnésica y olvidaba el modo de hacerlo. Ese efecto se ha descrito con el nombre de «olvido catastrófico», porque es distinto del tipo de olvido que conocemos en la vida cotidiana. Otro ejemplo es el ofrecido por una red diseñada por McClelland y su colaborador Alan Kawamoto, con la finalidad de asignar significados a oraciones ambiguas. Por ejemplo, en inglés la frase «A bat broke the window» puede significar tanto que alguien dio un golpe con un bate de béisbol contra la ventana como que un animal mamífero alado (murciélago) chocó contra ella. En este caso, la red McClelland-Kawamoto alcanzaba una interpretación que los seres humanos no hacemos: «un mamífero alado rompió la ventana con un bate de béisbol»^[56].

Como sucede con cualquier otra herramienta, los rasgos característicos que habilitan al conectoplasma para hacer ciertas cosas lo inhabilitan para hacer ciertas otras. La aptitud de una red para generalizar procede de su densa interconectividad y de la superposición de inputs. Pero supongamos que fuéramos una de esas unidades: no siempre resultaría grato tener millares de otras unidades que no paran de quejarse a nuestros oídos y ser arrastradas sin parar de aquí para allá con cada una de las olas de inputs. A menudo grandes trozos de información se empaquetan y almacenan por separado, sin que se mezclen. Un modo de hacerlo consiste en asignar a cada proposición su propia ranura de almacenamiento y dirección, con lo cual se demuestra una vez más que no todos los aspectos del diseño de ordenadores pueden ser descartados como meros objetos curiosos del silicio. Al fin y al cabo, los ordenadores nunca se diseñaron para cumplir la función que tienen los radiadores, sino para procesar información de un modo que resulte significativo para los usuarios humanos.

Los psicólogos David Sherry y Dan Schacter han llevado más lejos esta línea de razonamiento. Señalan que las diferentes exigencias que la ingeniería impone a un sistema de memoria suelen generar malentendidos. La selección natural, argumentan, respondió dotando a los organismos de sistemas de memoria *especializados*. Cada uno de ellos tiene una estructura computacional optimizada para las exigencias de una de las tareas que la mente del animal tiene que cumplir. Por ejemplo, las aves que esconden semillas para recuperarlas en épocas de mayor escasez han desarrollado una memoria con una gran capacidad para almacenar la ubicación de los escondrijos (unos diez mil lugares, en el caso del cascanueces estudiado por Clark). Así mismo, las aves cuyos machos cantan, ya sea con la finalidad de impresionar a las hembras en los cortejos o de intimidar a los otros machos, han desarrollado una memoria de gran capacidad para almacenar canciones (doscientas, en el caso del ruiseñor). La memoria de los escondrijos y la memoria de las canciones se hallan en estructuras cerebrales diferentes y tienen modelos de conexión distintos. En cuanto a nosotros, los humanos, planteamos al mismo tiempo dos tipos de exigencias a nuestro sistema de memoria. Tenemos que recordar los episodios individuales de quién hizo qué a quién, cuándo, dónde y por qué, lo cual exige que a cada episodio se señalen una época, una fecha y un número secuencial. Pero tenemos que extraer así mismo un conocimiento genérico acerca del modo en que las personas actúan y de cómo el mundo funciona. Sherry y Schacter sugieren que la naturaleza nos dio un sistema de memoria para cada una de estas exigencias: una memoria «episódica» o autobiográfica y otra «semántica» o de conocimiento genérico. Al hacer esta afirmación estos autores se guiaron por una distinción establecida por primera vez por el psicólogo Endel Tulving^[57].



La estratagema que multiplica los pensamientos humanos hasta alcanzar cantidades en realidad astronómicas no consiste en encajar los conceptos en tres o cuatro roles, sino en un tipo de fecundidad mental denominada recursividad. No basta con disponer de un conjunto fijo de unidades para cada uno de los roles. Los humanos podemos tomar una proposición entera y asignarle un rol en otra proposición algo más amplia. Luego, a su vez, podemos tomar esta proposición más amplia e incluirla en otra aún más amplia, generando una estructura arbórea y jerárquica de proposiciones incluidas unas dentro de otras. En este sentido, no sólo «el niño se comió a la babosa», sino que «el padre vio cómo el niño se comió a la babosa» y «me pregunto si el padre vio cómo el niño se comió a la babosa», y puedo sugerir que «el padre sabe que me pregunto si él vio cómo el niño se comió a la babosa», etcétera. Al igual que una aptitud para sumar 1 a un número confiere la aptitud para generar un conjunto infinito de números, la aptitud para incluir una proposición dentro de otra confiere la de pensar un número infinito de pensamientos.

Para conseguir proposiciones incluidas dentro de proposiciones a partir de la red expuesta en los esquemas anteriores, cabría añadir una nueva capa de conexiones a la parte superior del esquema, conectando la batería de unidades que representan la proposición como un todo a la ranura de rol en una proposición aún mayor; el rol posiblemente sería algo así como «acontecimiento-observado». Si seguimos añadiendo el número suficiente de capas, podríamos acomodar una proposición completa múltiplemente incluida grabando en el conectoplasma un diagrama arbóreo detallado para ella. Pero esta solución es tosca y despierta sospechas, ya que cada tipo de estructura recursiva debería llevar cableada una red diferente; una red para una persona que piensa una proposición, otra para una persona que piensa una proposición acerca de otra persona que piensa una proposición, una tercera para una persona que comunica una proposición acerca de una persona a otra persona, y así sucesivamente.

En informática y en psicolingüística se utiliza un mecanismo más potente y flexible. Cada estructura simple (una persona, una acción, una proposición, etc.) es representada *una vez* en la memoria a largo plazo; un procesador a modo de lanzadera hace que la atención vaya de una estructura a la otra, y almacena el itinerario de las visitas realizadas en la memoria a corto plazo al tiempo que enhebra la proposición en su conjunto. Este procesador dinámico, denominado red de transición recursiva, es especialmente plausible en el caso de la comprensión de las oraciones, porque oímos y leemos palabras una a una en lugar de inhalar, por decirlo así, la oración como un todo de una sola vez^[58]. Así mismo, parece como si rumiésemos los pensamientos complejos pieza a pieza en lugar de tragármolos o regurgitarlos como un todo, lo cual sugiere que la mente se halla equipada con un triturador de proposiciones recursivo para los pensamientos y no sólo para las oraciones. Los psicólogos Michael Jordán y Jeff Elman han construido redes cuyas unidades de output envían conexiones que vuelven a formar un bucle en un conjunto de unidades de memoria a corto plazo y

desencadenan un nuevo ciclo en el flujo de activación. Ese diseño en bucle permite entrever de qué modo el tratamiento iterativo de la información se puede llevar a cabo en las redes neurales, aunque no basta para interpretar o montar proposiciones estructuradas. En fecha más reciente, se han realizado algunos intentos para combinar una red en bucle con una red proposicional e implementar un tipo de red de transición recursiva con fragmentos de conectoplasma. Estos intentos muestran que si las redes neurales no se ensamblan especialmente en un procesador recursivo, no pueden manejar nuestros pensamientos recursivos^[59].



A la mente humana se le debe reconocer el mérito de otra proeza cognitiva más que resulta difícil derivar del conectoplasma y cuya explicación, por ello mismo, pone en un aprieto al asociacionismo. Las redes neurales implementan con facilidad una lógica difusa en la que todo es una especie de algo hasta cierto grado. Ciertamente, muchos de los conceptos del sentido común en realidad tienen contornos difusos y carecen de una definición clara. El filósofo Ludwig Wittgenstein ofreció el ejemplo de «un juego» cuyos ejemplares (puzzle, parchís, gallina ciega, criquet, peleas de gallos, etc.) nada tenían en común, y en estas páginas presentamos anteriormente otros dos ejemplos más: «soltero» y «vegetal». Los miembros de una categoría difusa carecen de un único rasgo distintivo, coinciden parcialmente en muchos rasgos, de un modo muy similar a como lo hacen los parientes en una familia o a las hebras que forman una cuerda, sin que ninguno de los rasgos sea operativo para toda la extensión. En la tira cómica *Bloom County*, Opus el Pingüino, que sufre de amnesia transitoria, se niega a aceptar que él sea un ave como le dicen. Las aves son esbeltas y aerodinámicas, piensa. Las aves pueden volar; él, no. Las aves pueden cantar; la interpretación que él hace de «Yesterday» despierta la jocosidad de quienes le escuchan. Opus sospecha que, en realidad, él es Bullwinkle el Ratón. De ahí que incluso los conceptos como «ave» parezcan organizarse no en torno a condiciones necesarias y suficientes, sino en torno a miembros prototípicos. Si buscamos la voz «ave» en un diccionario, el editor no la habrá ilustrado con un pingüino, sino con un gorrión común^[60].

Los experimentos llevados a cabo en psicología cognitiva han demostrado que las personas son sectarias con las aves y otros animales, vegetales y herramientas, y ello es así porque comparten un estereotipo, lo proyectan a todos los miembros de la categoría, reconocen el estereotipo más aprisa que los inconformistas, y llegan incluso a afirmar que han visto el estereotipo cuando lo que en realidad vieron eran sólo ejemplos similares a aquél. Este tipo de respuestas son predecibles enumerando completamente las propiedades que un miembro comparte con los otros miembros de una misma categoría, de modo que, entonces, cuantas más propiedades tenga el ave, mejor ejemplo de ave será. Un autoasociador confrontado a ejemplos sacados de una

categoría hace más o menos lo mismo, ya que computa correlaciones entre las propiedades. Lo cual es una razón más a favor de creer que las partes de la memoria humana se hallan conectadas al modo de un autoasociador.

Pero a la mente se le debe conceder mucho más que simplemente eso. No *siempre* razonamos de forma confusa. Opus nos hace sonreír porque una parte de nosotros entiende que es en realidad un ave. Por ejemplo, podemos consensuar el prototipo de una abuela —una mujer simpática y septuagenaria que ofrece tiernos bollos o sopa de pollo (según del estereotipo de que hablemos)—, pero al mismo tiempo no nos es problemático entender que Tina Turner y Elizabeth Taylor son abuelas (en realidad, en el caso de la Taylor, una abuela judía). En el caso de los solteros que propusimos antes, muchas personas —como las autoridades de inmigración, los jueces de paz y los funcionarios de sanidad— no muestran confusión acerca de quién pertenece a cada categoría y, como sabemos, de un trozo de papel es mucho lo que puede llegar a depender. Ejemplos de pensamiento no confuso se hallan en todas partes. Un juez puede poner en libertad a un sospechoso a todas luces culpable basándose en un tecnicismo. Los barmans no sirven cerveza a un adulto responsable si no ha cumplido veintiún años. Bromeamos acerca de que una mujer no puede estar un poco embarazada o un poco casada, y cuando en una encuesta canadiense se informó de que las mujeres casadas tienen relaciones sexuales 1,57 veces por semana, el caricaturista Terry Mosher dibujó a una esposa sentada en la cama junto a su amodorrado esposo, mascullando: «Bueno, con ésta van 0,57 veces».

De hecho, las versiones difusa y concisa de *la misma categoría* pueden cohabitar en una misma cabeza. Los psicólogos Sharon Armstrong, Henry Gleitman y Lila Gleitman aplicaron no sin malicia los tests estándares para las categorías difusas a los estudiantes universitarios, aunque les preguntaron sobre categorías muy delimitadas, como «número impar» y «hembra». Los sujetos del estudio expresaron un tanto alegremente su conformidad con enunciados tan necios como que «23 es mejor que 13 como ejemplo de número impar» y que una «madre es un mejor ejemplo de hembra que una actriz cómica». Momentos después, los mismos sujetos afirmaban también que un número es impar o par, y que una persona es hembra o varón, sin zonas intermedias^[61].

Las personas piensan de dos modos. Pueden formar estereotipos difusos si se empapan sin discernimiento de correlaciones entre propiedades, sacando partido del hecho de que las cosas en el mundo tienden a agruparse (las cosas que ladran también muerden y levantan la pata junto a las bocas de incendio). Pero pueden crear también sistemas de reglas —teorías intuitivas— que definen categorías en términos de reglas que se les aplican y que tratan todos los miembros de la categoría de igual modo. Todas las culturas tienen sistemas de reglas que definen el parentesco formal, a menudo tan exactas que se pueden demostrar teoremas en ellas. Nuestro propio sistema de parentesco nos da una versión concisa de «abuela»: la madre de un padre o de una madre, que prepara unos bollos deliciosos. El derecho, la aritmética, la ciencia

popular y las convenciones sociales (con sus ritos de tránsito que separan claramente a los adultos de los niños y a los casados de los solteros) son otros sistemas de reglas en los que creen personas de todo el planeta. La gramática del lenguaje es otra más.

Los sistemas de reglas nos permiten alzarnos por encima de la mera similitud y alcanzar conclusiones que se basan en explicaciones. Hinton, Rumelhart y McClelland afirmaron: «Las personas generalizan bien el conocimiento recién adquirido. Si, por ejemplo, aprenden que a los chimpancés les gustan las cebollas, probablemente mejorarán su estimación de la probabilidad de que a los gorilas les gusten también las cebollas. En una red que utiliza representaciones distribuidas, este tipo de generalización es automática»^[62]. Su jactancia se hace eco en pleno siglo xx de una observación que ya hiciera David Hume, según la cual de un cuerpo similar al pan en color y consistencia esperamos que aporte un grado similar de sustento. Pero este supuesto resulta ser falso en cualquier dominio del cual una persona realmente sabe algo. El gorila al que le gustan las cebollas se proponía, claro, sólo como un ejemplo, pero resulta interesante ver de qué modo llega a infravalorarnos, de hecho, incluso este sencillo ejemplo de generalización. Al saber un poco de zoología y no mucho de los gorilas, no me atrevería a plantear de forma categórica mi apreciación acerca de la probabilidad de que a los gorilas les gusten las cebollas. Los animales pueden clasificarse de forma cruzada. Pueden agruparse según la genealogía y la semejanza en un taxón como, por ejemplo, los grandes simios, pero también se pueden agrupar en «gremios» que se especializan en determinados modos de obtener comida, como omnívoros, herbívoros y carnívoros. El hecho de conocer este principio me lleva a razonar del modo siguiente. Los chimpancés son omnívoros y, por tanto, no debe sorprendernos que coman cebollas, pues, al fin y al cabo, nosotros, que somos también omnívoros, las comemos. Pero los gorilas son herbívoros, y se pasan el día masticando apio silvestre, cardos y otras plantas. Los herbívoros suelen ser bastante remilgados acerca de las especies de las que se alimentan, porque sus sistemas digestivos están optimizados para eliminar las toxinas de los venenos de ciertos tipos de plantas, pero no los de otras (uno de los ejemplos más extremos son los koalas, que se han especializado en comer sólo hojas de eucalipto). Por tanto, a mí no me sorprendería que los gorilas eviten comer la acre cebolla con independencia de qué hagan los chimpancés. Según el sistema de explicación al que recurra, o los chimpancés y los gorilas son compañeros de categoría muy similares, o tan diferentes como los hombres y las vacas^[63].

En el asociacionismo y en su concreción como conectoplasma, el modo en que un objeto es representado (a saber, como un conjunto de propiedades), obliga de forma automática a que el sistema generalice en cierto sentido (a menos que esté adiestrado a generalizar por ejemplos contrarios especialmente proporcionados). La alternativa en la que insisto es que los seres humanos podemos *simbolizar* mentalmente tipos de objetos, y esos símbolos pueden ser referidos en un número de sistemas de reglas que llevamos en nuestras cabezas. (En inteligencia artificial, esta técnica se conoce como

una generalización basada en la explicación, y los diseños conexionistas son un ejemplo de la técnica denominada generalización basada en la semejanza). Nuestros sistemas de reglas expresan el conocimiento que tenemos en proposiciones composicionales, cuantificadas y recursivas, y colecciones de estas proposiciones se entretajan para formar módulos o teorías intuitivas acerca de dominios particulares de la experiencia como son, por ejemplo, el sistema de parentesco, la ciencia intuitiva, la psicología intuitiva, el número, el lenguaje y el derecho. En el **capítulo 5** se exploran algunos de estos ámbitos^[64].

¿De qué sirven las categorías concisas y los sistemas de reglas? En el mundo social pueden decidir entre las partes que discuten señalando cada una la difusa frontera de una categoría, una afirmando que algo cae dentro y la otra, que cae fuera. Los ritos de tránsito, la mayoría de edad, los diplomas, los títulos, los carnets, los permisos y las licencias, así como los demás papeles oficiales, trazan líneas claras que todas las partes pueden representarse mentalmente, líneas de demarcación que llevan a todos y cada uno a saber dónde se halla alguien. Del mismo modo, las reglas del tipo todo-o-nada son una defensa contra las técnicas en que una persona mira de sacar partido de una categoría difusa afirmando un caso dudoso tras otro en beneficio propio.

Las reglas y las categorías abstractas también ayudan a enfrentarse con el mundo natural. Al dar un quiebro a la similitud, nos permiten avanzar por debajo de la superficie y hurgar hasta encontrar las leyes ocultas que hacen funcionar las cosas. Y dado que son, en cierto sentido, digitales, dan a las representaciones estabilidad y precisión. Por ejemplo, si hacemos una serie de copias analógicas a partir de una cinta analógica, la calidad disminuye a cada generación de copias; pero si hacemos una serie digital de copias, la última es tan buena como la primera. Del mismo modo, las representaciones simbólicas concisas dejan margen para las cadenas de razonamiento en las que los símbolos se copian literalmente en pensamientos sucesivos, formando lo que los lógicos denominan argumentos soritas:

Todas las cornejas son córvidos.

Todos los córvidos son aves.

Todas las aves son animales.

Todos los animales necesitan oxígeno.

Un argumento sorita permite al pensador sacar conclusiones con confianza a pesar de tener una exigua experiencia. Por ejemplo, un pensador puede concluir que los cuervos necesitan oxígeno, aunque, en realidad, no haya privado nunca de oxígeno a uno para ver qué sucedía. El pensador puede sacar la conclusión aunque nunca haya sido testigo presencial de un experimento consistente en privar de oxígeno a *cualquier* animal y se haya limitado a escuchar el enunciado en boca de un experto creíble. Pero si cada paso de la cadena deductiva fuera difuso o probabilístico

o estuviera atestado con los pormenores de los miembros de la categoría en el paso anterior, se nos acumularía el trabajo. El último enunciado sería tan ruidoso como la copia enésima de una cinta de casete pirata o tan irreconocible como el último susurro de una palabra que ha ido pasando de unos a otros como en el corro del juego del teléfono. En todas las culturas, las personas realizan largas cadenas de razonamiento que construyen a partir de enlaces cuya verdad puede que no hayan observado nunca de forma directa. Los filósofos han señalado a menudo que esta aptitud ha hecho posible la ciencia^[65].



Al igual que muchas de las cuestiones que rodean a la mente, el debate sobre el conexionismo a menudo se representa como un debate entre innatismo y aprendizaje. Y como siempre, eso hace imposible pensar con claridad. Ciertamente, el aprendizaje desempeña un papel enorme en la modelización realizada por el conexionismo. A menudo un modelador, obligado a recomenzar, por los problemas que he mencionado, su trabajo ante el tablero de dibujo, sacará partido de una aptitud que la red de capas ocultas tiene para aprender un conjunto de inputs y outputs, y generalizarlos a otros nuevos y similares. Al adiestrar la absoluta inconsciencia de una red genérica de capas ocultas, a veces se consigue que haga de forma aproximada lo correcto. Pero los regímenes de entrenamiento heroico no pueden, por sí solos, ser la salvación del conectoplasma. Y ello es así, no porque las redes tengan muy poca estructura innata y demasiado input medioambiental, sino porque el tosco conectoplasma es tan nimio que a menudo las redes tienen que construirse con la peor de las combinaciones, es decir, demasiada estructura innata combinada con excesivo input medioambiental.

Por ejemplo, Hinton ideó una red de tres capas para computar las relaciones de parentesco (aunque pretendía que fuera una demostración de cómo funciona la red, otros conexionistas la han tratado como una teoría real de la psicología). La capa de input contaba con unidades que representaban un nombre y unidades que representaban una relación como, por ejemplo, «Colin» y «madre-de». La capa de output tenía unidades para el nombre de la persona así relacionada, como, por ejemplo, «Victoria». Dado que las unidades y las conexiones son la estructura innata de una red, y sólo las cargas de conexión son aprendidas, desde un punto de vista literal, la red corresponde a un módulo innato en el cerebro destinado a soltar respuestas a preguntas acerca de quién está relacionado con una persona denominada de cierto modo. No se trata de un sistema para razonar sobre el parentesco en general, porque el conocimiento se emborrona al atravesar las cargas que enlazan la capa de la pregunta con la de respuesta, en lugar de almacenarse en una base de datos a la que se pueda acceder mediante diferentes procesos de recuperación. De este modo, el conocimiento carece de utilidad cuando la pregunta cambia ligeramente, como sucede

al preguntar por cómo están emparentadas dos personas o al hacerlo por los nombres y los parentescos en la familia de una persona. En este sentido, el modelo tiene excesiva estructura innata y se ha adaptado a un interrogatorio específico^[66].

Tras adiestrar el modelo para reproducir las relaciones de parentesco en una pequeña familia inventada, Hinton llamó la atención hacia su aptitud para generalizar a nuevas parejas de parientes. Pero en la letra menuda leemos que la red tuvo que ser entrenada en cien de los ciento cuatro pares posibles para poder generalizar a los cuatro restantes. Además, cada uno de los cien pares en el régimen de entrenamiento había de ser introducido en la red mil quinientas veces (sumando un total de ciento cincuenta mil lecciones). A la luz de todo ello, lo cierto es que los niños no aprenden las relaciones de parentesco de un modo ni remotamente similar a éste. Los números son típicos de las redes conexionistas, porque no pasan a la solución por medio de reglas, sino que precisan desmenuzar en los números la mayoría de los ejemplos sin ellas y simplemente se interpolan entre ellos. Cada tipo de ejemplo sustancialmente diferente tiene que estar en el conjunto de preparación, o la red interpolará de forma espuria, como en el chiste de los estadísticos que salieron a cazar patos juntos y el uno dispara cien metros más arriba, el segundo dispara cien metros más abajo, y el tercero grita «¡le dimos!».

¿Por qué razón someter al conectoplasma a este tercer grado? Desde luego no porque piense que el modelado de las redes neurales carezca de importancia, muy al contrario. Sin él, el conjunto del edificio que explica cómo funciona la mente que definiendo quedaría como levitando en el aire. Tampoco creo que el modelado de redes se limite a subcontratar completamente el trabajo de construir demonios y estructuras de datos a partir del hardware neuronal. Muchos modelos conexionistas deparan sorpresas reales sobre aquello que son capaces de realizar los pasos más simples de la computación mental. Pienso que se ha insistido demasiado en el conexionismo. Dado que las redes se publicitan como dúctiles, paralelas, analógicas, biológicas y continuas, han adquirido una connotación afectiva y un club de adeptos variado. Pero las redes neurales no hacen milagros, sólo algunas operaciones lógicas y estadísticas. Las elecciones de una representación de input, del número de redes, del diagrama de conexión elegido para cada una ellas, así como de las trayectorias de los datos y las estructuras de control que los interconectan, explican mucho más acerca de qué hace ser inteligente a un sistema, que no las facultades genéricas del conectoplasma constituyente.

Pero, aun así, mi principal interés no es demostrar aquello que determinados tipos de modelos no pueden hacer, sino más bien lo que la mente *hace*. El objeto de este capítulo consiste en dar al lector una idea de la materia de la que están hechas nuestras mentes. Los pensamientos y el pensar no son ya enigmas espirituales, sino procesos mecánicos que pueden ser estudiados, y los puntos fuertes y las debilidades de las diferentes teorías pueden ser estudiados y debatidos. Encuentro especialmente instructivo apreciar las deficiencias de la venerable doctrina de la asociación de ideas,

porque realzan la precisión, la sutileza, la complejidad y el carácter abierto de nuestro pensamiento cotidiano. El poder computacional del pensamiento humano tiene consecuencias reales. Lo utilizamos bien en nuestra capacidad para amar, en la justicia, la creatividad, la literatura, la música, la familia, el derecho, la ciencia y las otras actividades que exploraremos en capítulos posteriores. Pero antes de que lo abordemos, tenemos que retomar la otra pregunta con la que abrimos este capítulo.

La lámpara de Aladino

¿Y la conciencia? ¿Qué nos hace *soportar* en realidad el dolor de muelas o ver el azul del cielo como *azul*? La teoría computacional de la mente, aun contando con los apuntalamientos neuronales completos, no ofrece ninguna respuesta clara. El símbolo azul se halla inscrito, la meta formula el cambio, algunas neuronas se activan; ¿entonces? La conciencia ha llamado la atención de muchos pensadores no tan sólo por su condición de problema, sino casi por ser un milagro:

La materia puede diferir de la materia sólo en forma, masa, densidad, movimiento y dirección del movimiento: ¿a cuál de ellas, ya sean variadas o combinadas, puede anexarse la conciencia? Ser redondo o cuadrado, sólido o fluido, grande o pequeño, moverse lenta o rápidamente en un sentido u otro, son modos de la existencia material, pero todo ello es por un igual ajeno a la naturaleza de la cognición.

Samuel Johnson

¿De qué modo algo tan destacable como un estado de conciencia resulta de la irritación del tejido nervioso? Es algo tan inexplicable como lo era la aparición del Genio cuando Aladino frotaba la lámpara.

Thomas Huxley

De algún modo, tenemos la sensación de que el agua del cerebro físico se convirtió en el vino de la conciencia, pero no sabemos nada en absoluto sobre la naturaleza de esta conversión. Las transmisiones neuronales simplemente parecen un tipo impropio de materiales con los que traer la conciencia al mundo.

Colin McGinn^[67]

La conciencia nos presenta un rompecabezas tras otro. ¿Cómo un acontecimiento neuronal puede hacer que se produzca la conciencia? ¿Para qué sirve la conciencia?, es decir, ¿qué añade la sensación tosca de rojez al tren de acontecimientos carambolescos que tiene lugar en los ordenadores neuronales? Cualquier *efecto* de concebir algo como rojo (por ejemplo, dándonos cuenta de que es rojo respecto a un mar de color verde, exclamando en voz alta «¡es rojo!», presas de la agitación entre reminiscencias de Santa Claus y coches de bomberos) podría lograrse mediante el puro procesamiento de la información desencadenado por un detector sensible a una

longitud de onda larga. ¿Es la conciencia un imponente efecto secundario estacionario sobre los símbolos, como las luces encendidas del ordenador o como el trueno que acompaña al rayo? Y si la conciencia es una nulidad —si una criatura sin ella puede gestionar el mundo en igual medida que una criatura que la tenga—, ¿por qué la selección natural ha favorecido a la que es consciente?

La conciencia se ha convertido hace poco en el círculo que todo el mundo quiere cuadrar. Prácticamente no hay mes en que un artículo no anuncie que por fin se ha conseguido explicar la conciencia, un enunciado que suele ir acompañado con un gesto grosero dirigido tanto a teólogos y a humanistas, que impondrían gustosos límites a la ciencia, como a científicos y a filósofos que despachan el asunto por ser demasiado subjetivo o confuso para ser estudiable^[68].

Por desgracia, muchas de las cosas que se escriben sobre la conciencia son tan enigmáticas como la conciencia misma. Stephen Jay Gould escribió: «[el] *Homo sapiens* es una pequeña rama [en el árbol de la vida]... Con todo, es nuestra rama, para bien o para mal, ha desarrollado la cualidad más extraordinariamente novedosa en toda la historia de la vida pluricelular desde su explosión durante el período Cámbrico. Hemos inventado la conciencia con todas sus secuelas desde Hamlet hasta Hiroshima»^[69]. Gould ha negado la conciencia a todos los animales no humanos; otros científicos la conceden a ciertos animales, aunque no a todos. Son muchos los científicos que verifican la existencia de la conciencia mirando si un animal reconoce que la imagen que ve en el espejo es la suya y no la de otro animal. Siguiendo esta pauta, los monos, los chimpancés, tanto jóvenes como viejos, los elefantes y los seres humanos pequeños son seres inconscientes. Los únicos animales conscientes son los gorilas, los orangutanes, los chimpancés en la flor de su vida y, según Skinner y su discípulo Robert Epstein, las palomas que han sido adecuadamente adiestradas. Otros científicos son aún más restrictivos que Gould: no todos los seres humanos son conscientes. Julián Jaynes afirmaba que la conciencia es una invención tan reciente que los habitantes de civilizaciones anteriores, como los griegos de la época homérica o los hebreos del Antiguo Testamento, eran inconscientes. Dennett, que simpatiza con esta afirmación, cree que la conciencia «es en gran medida un producto de la evolución cultural y que se concede a los cerebros en un adiestramiento precoz», que es «un enorme complejo de memes», donde «meme» es el término utilizado por Dawkins para describir los nuevos reproductores, es decir, aquellos rasgos que son contagiosos de una cultura como, por ejemplo, serían una melodía pegajosa o la última moda en el vestir^[70].

Hay algo en el tema de la conciencia que hace pensar, como mínimo, seis cosas imposibles antes de desayunar, como le sucedía a la Reina Blanca en *A través del espejo*. Si dejamos a un lado a los sonámbulos, a los zombies y a los autómatas, ¿la mayoría de animales son realmente *inconscientes*? ¿Un perro no tiene sensaciones, afectos, pasiones? Si se les pincha, ¿no sienten dolor? ¿Moisés era incapaz de notar el sabor de la sal o ver el color rojo o gozar del sexo? ¿Los niños aprenden a ser

conscientes del mismo modo en que aprenden a llevar gorras de béisbol con la visera puesta hacia atrás?

Quienes escriben sobre la conciencia no están locos, de modo que deben tener algo distinto en mente cuando utilizan la palabra conciencia. Una de las mejores observaciones acerca del concepto de conciencia fue la dada por Woody Allen en su hipotético catálogo de asignaturas del primer ciclo de facultad:

Introducción a la Psicología: La teoría del comportamiento humano... ¿Hay una separación entre mente y cuerpo?; y de haberla, ¿qué es mejor tener?... Se presta especial atención al estudio de la conciencia en oposición a lo inconsciente, con muchas pistas de gran utilidad sobre cómo permanecer consciente.

El humor oral estimula a los oyentes con uno de los significados de una palabra ambigua y los sorprende con el otro. Los teóricos también se aprovechan de la ambigüedad de la palabra *conciencia*: conducen al lector a suponer una teoría que dé cuenta de un sentido de la palabra conciencia, el más difícil de explicar, y le dan una teoría que da cuenta del otro sentido, el que más fácil era de explicar. No me gusta explayarme sobre las definiciones, pero cuando se trata de la conciencia no queda más remedio que empezar por desenmarañar los significados.

A veces «conciencia» se usa como un noble sinónimo de «inteligencia». Gould, por ejemplo, tiene que haberla utilizado en este sentido. Con todo, la palabra cuenta con tres significados más especializados, finamente distinguidos por el lingüista Ray Jackendoff y el filósofo Ned Block^[71].

Uno es *el conocimiento de sí*. Entre las muchas personas y objetos de los que un ser inteligente puede tener información se halla el propio ser. No sólo puedo sentir dolor y ver lo rojo, sino que pienso de mí mismo: «Mira, estoy aquí, yo, Steve Pinker, siento dolor y eso me pone al rojo». Aunque parezca mentira, este sentido abstruso de la palabra es el que la mayoría de académicos tiene presente. La conciencia viene definida de forma característica como «construir un modelo interior del mundo que contenga el yo», «reflexionar sobre el modo en que uno mismo alcanza a comprender», y otras tipologías del acto de mirarse el ombligo, pero que nada tienen que ver con la conciencia tal como es entendida comúnmente: estar vivo, despierto y consciente.

El conocimiento de sí, incluida la aptitud para utilizar el espejo, no es más misterioso que cualquier otro tema de la percepción y la memoria. Si tengo una base de datos mental para personas, ¿por qué privarla de contener una entrada para «mí mismo»? Si puedo aprender a levantar el brazo y a estirar el cuello para ver un punto oculto en mi espalda, ¿por qué razón no iba a poder aprender a levantar un espejo y mirarlo para ver en él un punto oculto de mi frente? Además, el acceso a la información sobre el yo es perfectamente fácil de modelar. Cualquier programador principiante puede escribir un pequeño fragmento de programa que examine, informe e incluso se modifique a sí mismo. Un robot capaz de reconocerse en un espejo no sería más difícil de construir que uno capaz de reconocer cualquier cosa. Sin duda

existen valiosas preguntas que plantear sobre la evolución del autoconocimiento, su desarrollo en los niños y sus ventajas (y, lo que es más interesante, desventajas, tal como veremos en el **capítulo 6**). Pero el autoconocimiento es un tema corriente de la ciencia cognitiva, y no la paradoja del agua que se convierte en vino. Dado lo fácil que es decir algo sobre el autoconocimiento, los escritores suelen jactarse de su «teoría de la conciencia».

Un segundo sentido es el *acceso a la información*. Puedo preguntarle a alguien: «Te doy un duro si me dices qué piensas». Mi interlocutor responderá diciéndome el contenido de sus ilusiones, los planes que tiene para ese día, sus dolencias y preocupaciones, así como los colores, las formas y los sonidos que tiene delante. Pero no puede decirme nada de los enzimas segregados por su estómago, de sus pulsaciones cardíacas reales ni de su ritmo de respiración, ni de las computaciones en su cerebro que reproducen en tres dimensiones aquello que llega en dos dimensiones desde las retinas, ni de las reglas de la sintaxis que ordenan las palabras que pronuncia al hablar, ni de la secuencia de contracciones musculares que le permiten levantar un vaso. Lo cual sólo demuestra que la masa del procesamiento de la información en el sistema nervioso se divide en dos secciones. A una, que incluye los productos de la visión y los contenidos de la memoria a corto plazo, se puede acceder por los sistemas que subyacen a los informes orales, el pensamiento racional y la toma deliberada de decisiones. A la otra, que incluye respuestas autónomas (de nivel visceral), los cálculos internos que se hallan detrás de la visión, el lenguaje y el movimiento, así como los deseos reprimidos o los recuerdos (si es que los hay), no se puede acceder mediante esos mismos sistemas. A veces la información puede pasar de la primera sección a la segunda y viceversa. Cuando aprendemos por primera vez el modo de utilizar el cambio de marchas de un automóvil, cada movimiento tiene que ser pensado íntegramente, pero con la práctica la habilidad se automatiza. Con una intensa concentración y biorrealimentación, podemos centrar nuestra atención en una sensación oculta como, por ejemplo, el latir del corazón.

Este sentido del término conciencia, sin duda, abarca también la distinción planteada por Freud entre la mente consciente y la inconsciente. Al igual que sucede en el conocimiento de sí, aquí tampoco hay nada de milagroso ni tan siquiera misterioso. En realidad, encontramos análogos evidentes en las máquinas. Mi ordenador tiene acceso a la información sobre si la impresora está en funcionamiento o no (es «consciente» de ello, en este sentido particular) y puede imprimir un mensaje de error del tipo: la impresora no responde. Pero no tiene ningún tipo de acceso a la información de *por qué* la impresora no funciona; la señal que se transmite a través del cable que une la impresora con el ordenador no incluye la información. El chip en el interior de la impresora, en cambio, *sí* tiene acceso a esa información (es consciente de ella, en este sentido); los sensores en las diferentes partes de la impresora se alimentan del chip, y éste puede activar una luz amarilla si al tóner le falta tinta, y una luz roja si ha habido un atasco de papel.

Por último, llegamos al sentido más interesante de todos, la conciencia como *sentiencia*: la experiencia subjetiva, el conocimiento fenoménico, los sentimientos en estado puro, la primera persona del presente de indicativo, pero si tienen que preguntar si «se parece» a ser o a hacer algo, nunca lo sabrán. La broma de Woody Alien se centraba en la diferencia existente entre este sentido del término conciencia y el sentido que de ella da Freud como acceso a la información mediante las partes deliberativas de la mente que utilizan el lenguaje. Y es en este sentido precisamente, el de *sentiencia*, en el que la conciencia se asemeja a un milagro.

El resto del capítulo lo dedicaremos a tratar de la conciencia en estos dos últimos sentidos. Ante todo examinaré el acceso, en qué tipos de información las diferentes partes de la mente se ponen unas a disposición de otras. En este sentido del término, estamos llegando a entender realmente qué es la conciencia. Se pueden decir cosas interesantes acerca de cómo se implementa en el cerebro, del papel que desempeña en la computación mental, qué especificaciones de ingeniería satisfacen su diseño (por ende, las presiones voluntarias que la originan), y cómo esas especificaciones dan cuenta de los rasgos distintivos más importantes de la conciencia: la conciencia sensorial, la atención focal, el cromatismo emocional y la voluntad. Finalmente, volveré al problema de la sensibilidad (*sentiencia*).



Algún día, probablemente más pronto que tarde, dispondremos de una comprensión excelente de aquello que, en el cerebro, es responsable de la conciencia en su sentido de acceso a la información. Francis Crick y Christof Koch, por ejemplo, han establecido criterios claros y sencillos acerca de qué debemos buscar. De un modo más evidente, sólo en un animal despierto la información procedente de la sensación y la memoria guía el comportamiento, pero no sucede así en un ejemplar anestesiado. Por lo tanto, se pueden hallar ciertas bases neuronales para el acceso a la conciencia en cualquier estructura cerebral que actúe de forma diferente cuando un animal esté despierto y cuando se halle dormido, sin capacidad de soñar o sin conocimiento. Las capas inferiores del córtex cerebral son unas de las candidatas a desempeñar este papel. Así mismo, sabemos que la información sobre un objeto que es percibido se disemina por muchas partes del córtex cerebral. Por lo tanto, el acceso a la información exige la existencia de un mecanismo que una los datos que se hallan geográficamente dispersos. Crick y Koch sugieren que la sincronización de la activación neuronal podría muy bien ser ese mecanismo que andamos buscando, tal vez arrastrado por bucles que van desde el córtex hasta el tálamo, por decirlo así, la estación central del cerebro. Así mismo, señalan que el comportamiento voluntario y planificado exige actividad en los lóbulos frontales. Por lo tanto, el acceso a la conciencia puede ser determinado por la anatomía de los tractos fibrosos que van desde diversas partes del cerebro hasta los lóbulos frontales. Tanto si están en lo

cierto como si no, han demostrado que el problema se puede abordar en el laboratorio^[72].

El acceso a la conciencia es así mismo un mero problema y no un misterio, que hallamos en el camino que nos lleva a la comprensión de las computaciones realizadas por el cerebro. Recordemos el sistema generativo que era capaz de identificar a los tíos. Tiene una memoria a corto plazo común: un espacio de trabajo o tablón de anuncios que todos los demonios del sistema pueden ver. En una parte separada del sistema se halla un depósito mayor de información, una memoria a largo plazo, que no puede ser leída por los demonios hasta que fragmentos de esta memoria se copien en la memoria a corto plazo. Muchos psicólogos cognitivos han señalado que en estos modelos la memoria a corto plazo (tablón de anuncios común, área de trabajo global) actúa como si fuera la conciencia. Cuando tenemos en cuenta un fragmento de información, son muchas partes de la mente las que pueden actuar sobre él. No sólo vemos, por ejemplo, la escuadra que tenemos delante sino que podemos describirla, alargar la mano para tomarla, deducir que puede servir para apuntalar una ventana de guillotina o contar las distintas marcas graduadas. Tal como lo ha expresado el filósofo Stephen Stich, desde un punto de vista deductivo, la información consciente es *promiscua*; se hace asequible a un amplio número de agentes procesadores de información y no se compromete con uno solo. Newell y Simón han progresado en la comprensión de la capacidad humana para resolver problemas simplemente pidiendo a una persona que pensara en voz alta mientras se dedicaba a componer un puzzle. Han simulado de forma magnífica la actividad mental utilizando un sistema de producción en el cual los contenidos del tablón de anuncios se corresponden, paso a paso, con el informe que la persona da de lo que piensa conscientemente^[73].

Las especificaciones de ingeniería del acceso a la información, y por ende las presiones de selección que probablemente le dan origen, también se van clarificando cada vez más. El principio general consiste en que a cualquier procesador de información debe dársele un acceso limitado a la información, porque ésta tanto incurre en costes como genera beneficios^[74].

Uno de los costes es el espacio: el hardware para contener la información. Esta limitación la tienen muy clara todos aquellos que disponen de microordenadores y tienen que decidir si invierten en adquirir más memoria RAM. Ciertamente el cerebro, a diferencia de un ordenador, dispone de cantidades inmensas de hardware paralelo dedicado al almacenamiento. De ahí, los teóricos coligen a veces que el cerebro puede almacenar todas las contingencias por anticipado y que el pensamiento se puede reducir a un reconocimiento de modelo que se efectúa en un solo paso. Pero la matemática macrocombinatoria nos recuerda el viejo eslogan de la MTV: demasiado nunca es bastante. Unos simples cálculos demuestran que el número de oraciones, los significados de oraciones, las partidas de ajedrez, las melodías, los objetos visibles, etc., que son humanamente abarcables, pueden sobrepasar al número

de partículas del universo. Por ejemplo, en una partida de ajedrez hay de treinta a treinta y cinco movimientos posibles, cada uno de los cuales puede ser seguido por treinta o treinta y cinco respuestas, definiendo un millar de jugadas completas. Una partida de ajedrez característica dura unas cuarenta jugadas, produciendo 10^{120} partidas de ajedrez diferentes. En el universo visible hay unas 10^{70} partículas, de modo que nadie puede jugar al ajedrez memorizando todas las partidas y reconociendo cada secuencia de movimientos. Lo mismo cabe afirmar de las oraciones, historias, melodías y demás. Ciertamente, *algunas* combinaciones se almacenan, pero muy pronto nos quedaríamos sin espacio en el cerebro o empezariamos a superponer los modelos obteniendo con ello quimeras y combinaciones nulas. En lugar de almacenar googoles^[*] de inputs y sus outputs, o preguntas y respuestas, un procesador de información precisa reglas o algoritmos que operen dentro de un subconjunto de información en un momento y calculen una respuesta sólo cuando es necesaria.

Un segundo coste en el que incurre la información es el tiempo. Así como no se pueden almacenar todas las partidas de ajedrez en un cerebro cuyo tamaño sea inferior al del universo, tampoco se pueden realizar todas las partidas de ajedrez en una vida que dure menos que la edad del universo (10^{18} segundos). Ciertamente, resolver un problema aunque sea en un plazo de cien años es, a efectos prácticos, lo mismo que no resolverlo nunca. De hecho, los requisitos que recaen sobre un agente inteligente son aún más rigurosos. La vida es una serie de plazos que vencen. La percepción y el comportamiento se realizan a tiempo real como, por ejemplo, cuando se da caza a un animal o entablamos una conversación fluida. Y dado que la computación por sí misma lleva tiempo, el procesamiento de la información forma parte del problema en lugar de ser un elemento integrante de la solución. Basta, en este sentido, con pensar en un excursionista que planeara sobre un mapa el camino más rápido para regresar al campamento base antes del anochecer y que empleara veinte minutos para trazar un itinerario que le ahorraría tan sólo diez.

Un tercer coste de la información son los recursos. Procesar la información requiere energía, algo que le resultará evidente a quien se haya visto en la tesitura de exigir el máximo de duración a la pila de la batería de su ordenador portátil y para ello haya tenido que reducir la velocidad del procesador y restringir el acceso a la información del disco. Pensar es, también, caro. La técnica de reproducción funcional de la actividad cerebral (PET y MRI) tiene que contar con el hecho de que el funcionamiento del tejido cerebral reclama mayor aporte de riego sanguíneo y consume más glucosa.

Cualquier agente inteligente encarnado en la materia, que trabaje a tiempo real y se halle sujeto a las leyes de la termodinámica, debe tener restringido su acceso a la información. Sólo debe permitirse la información que sea relevante al problema tratado. Con ello no se afirma que el agente deba llevar orejeras o ser amnésico. La información que es relevante en un momento dado para un propósito podría muy bien

ser relevante en otro para un propósito distinto. En consecuencia, la información tiene que ser direccionada. La información que siempre es irrelevante para un tipo de computación debe ser permanentemente aislada. La información que siempre es relevante y a veces irrelevante debe ser accesible a una computación cuando es relevante, en la medida en que ello sea predecible con antelación. Esta especificación de diseño explica la razón por la cual el acceso a la conciencia existe en la mente humana y así mismo permite comprender algunos de sus detalles.

El acceso a la conciencia presenta cuatro rasgos distintivos evidentes. Ante todo, somos conscientes, en diversos grados, de un rico dominio de sensaciones: los colores y las formas del mundo que tenemos ante nosotras, los sonidos y olores que, por decirlo así, nos bañan, las presiones y los dolores de la piel, los huesos y los músculos. En segundo lugar, partes de esta información son el foco en que se centra la atención, alternan dentro y fuera de la memoria a corto plazo, y alimentan nuestra cognición deliberativa. En tercer lugar, las sensaciones y los pensamientos van acompañados por un aroma emocional: son agradables o desagradables, interesantes o repelentes, excitantes o calmantes. Por último, un ejecutivo, el «Yo», aparece para efectuar las elecciones y mover las palancas del comportamiento. Cada uno de estos rasgos descartan cierta información en el sistema nervioso, definiendo las autopistas que dan acceso a la conciencia. Y cada una de ellas desempeña un papel claro en la organización adaptativa del pensamiento y la percepción para la toma racional de decisiones y la acción.

Empecemos por el campo perceptivo. Jackendoff, tras pasar revista a los niveles de representación mental utilizados por diversos módulos, se preguntó por cuál era el nivel que correspondía al rico campo de la conciencia que es expresada en el presente de indicativo. Por ejemplo, el procesamiento visual va desde los conos y bastones de la retina, pasa por niveles intermedios, que representan bordes, profundidades y superficies, y llega hasta el reconocimiento de los objetos que tenemos ante nosotros. La comprensión del lenguaje va desde el sonido puro, pasando por las representaciones de las sílabas, palabras y frases, y llega hasta una comprensión del contenido del mensaje.

Jackendoff observó que el acceso a la conciencia parece utilizar los niveles intermedios. Las personas son inconscientes de los niveles inferiores de sensación. No nos pasamos la vida sumidos en una contemplación proustiana de cada migaja de magdalena y del matiz aromático de las flores del limonero. Literalmente, no podemos ver la luminosidad del carbón expuesto al sol, la oscuridad de una bola de nieve que miramos en un espacio interior, ni el gris pálido de las áreas en blanco de la pantalla del televisor, o los paralelogramos flexibles que un cuadrado en movimiento proyecta en nuestras retinas. Lo que «vemos» es un producto muy procesado: las superficies de los objetos, sus colores y sus texturas intrínsecos, así como sus profundidades, sus sesgos y dobleces. En la onda de sonido que llega hasta nuestros oídos, las sílabas y las palabras se hallan deformadas y como aplastadas, pero no

oímos esa cinta acústica como si fuera una sola pieza, sino una cadena de palabras bien delimitadas. Nuestra conciencia inmediata no utiliza tampoco de forma exclusiva el nivel *superior de* representación. Los niveles superiores —los contenidos del mundo o lo más esencial de un mensaje— tienden a clavarse en la memoria a largo plazo días y años después de una experiencia, pero a medida que la experiencia se revela, somos conscientes de lo que vemos y de lo que oímos. Al ver una cara, no pensamos de forma abstracta «¡cara!»; se ofrecen sombreados y contornos para examinarlos a fondo^[75].

No resulta difícil descubrir las ventajas de la conciencia de nivel intermedio. Nuestra percepción de una figura y una luminosidad que permanecen constantes a través de los cambios producidos en las condiciones de visualización, descubre las propiedades inherentes del objeto: el trozo de carbón continúa siendo un cuerpo rígido y negro aun cuando nos movamos a su alrededor o intensifiquemos la luz, y la experiencia nos dice que es así. Los niveles inferiores no son necesarios y los niveles superiores no bastan. Los datos en bruto y los pasos computacionales que se hallan detrás de estas constantes están aislados de nuestra conciencia, sin duda porque utilizan las leyes invariables de la óptica y no precisan consejo del resto de la cognición ni tienen intuiciones que aportarle. Los productos de la computación se liberan para el consumo general mucho antes de que las identidades de los objetos se hayan establecido, porque necesitamos algo más que una concisa *mise en scène* para andar por el mundo. El comportamiento es un juego en el que importa la precisión de milímetros, de modo que la geometría y la composición de las superficies tienen que ser accesibles al proceso de toma de decisiones que sirve para planear el siguiente paso a dar o la próxima aprehensión. De modo similar, mientras comprendemos una oración nada ganamos con prestar atención de forma cerril a los siseos y los murmullos de la onda sonora; tienen que ser descodificados en sílabas antes de que puedan emparejarse con algo que, en el diccionario mental, tenga sentido. El descodificador del habla utiliza una clave especial de validez de por vida y debe poder hacer su tarea en el resto de la mente sin ser perturbado por entrometidos ignorantes del resto de la mente. Pero al igual que con la visión, el resto de la mente tampoco queda satisfecho sólo con el producto final, que, en este caso, es lo esencial que dice quien habla. La elección de las palabras y el tono de la voz transmiten información que nos permite oír, por decirlo así, entre líneas.

El siguiente rasgo distintivo digno de mención del acceso a la conciencia es el foco de atención. Es la demostración por antonomasia de que el procesamiento paralelo inconsciente (en el que muchos inputs se procesan al mismo tiempo, cada uno con su propio miniprosesador) no puede ir más lejos. En una etapa anterior el procesamiento paralelo hace cuanto puede y pone en circulación una representación a partir de la cual un procesador más exiguo y más laborioso tiene que seleccionar la información que necesita. La psicóloga Anne Treisman pensó unas pocas demostraciones sencillas, ahora ya clásicas, sobre dónde acaba el procesamiento

inconsciente y se inicia el consciente^[76]. A un grupo de personas se le mostraba una serie de formas coloreadas, como X y O, y se les pedía que apretaran el botón cuando vieran uno de los objetivos especificados. Si el objetivo de investigación era una O y se mostraba una O en un mar de X, la persona respondía rápidamente. No importaba cuántas X hubiera, todas las personas decían que la O asomaba de forma repentina (este efecto, conocido en la literatura especializada como «pop out» [saltar], es un signo sutil del procesamiento paralelo inconsciente). De forma similar, una O verde asoma repentinamente en un mar de O rojas. Pero si el experimentador pedía a la persona que encontrase una letra que fuera a la vez verde y una O, y la letra se hallaba en algún punto del mar mixto de X verdes y de O rojas, la persona debía buscar de forma consciente la representación visual, letra por letra, comprobando cada una para ver si satisfacía el criterio especificado por aquellas dos condiciones. La tarea se convierte en algo similar a lo que ocurre en los libros infantiles ilustrados *¿Dónde está Wally?*, en los cuales el personaje con su camiseta a rayas rojas y blancas se oculta entre una multitud de otros personajes que van vestidos de color rojo, blanco o a rayas.

¿Qué sucede exactamente? Imaginemos que el campo visual está sembrado con millares de pequeños procesadores, cada uno de los cuales detecta un color o una forma simple como una curva, un ángulo o una línea siempre que aparece en la localización del procesador. El output de un conjunto de procesadores se asemeja a lo siguiente: rojo rojo rojo rojo verde rojo rojo rojo, etcétera. El output de otro conjunto se parece a esto: recto recto recto curvo recto recto recto, y así sucesivamente. Una capa de detectores de las excepciones se halla superpuesta a estos procesadores. Cada uno se halla a horcajadas en un grupo de detectores de línea o de color, y «marca» cualquier punto del campo visual que difiere de su vecino en cuanto al color o su contorno. El verde rodeado por rojos adquiere un pequeño indicador adicional. Todo lo que se requiere para ver un verde entre rojos es reparar en el indicador, una tarea que se halla al alcance de las facultades que tiene incluso el más simple de los demonios. Una O entre varias X se puede detectar del mismo modo. Pero los millares de procesadores dispuestos como un mosaico teselado en todo el campo son demasiado estúpidos para calcular las *conjunciones* de rasgos distintivos, es decir, una mancha que sea verde y curva, o roja y recta. Las conjunciones se detectan sólo mediante una máquina lógica programable que examina una sola parte del campo visual a la vez a través de una mirilla estrecha y móvil, y hace circular su respuesta al resto de la cognición.

¿Por qué razón la computación visual se halla dividida en una etapa paralela inconsciente y una etapa serial consciente? Las conjunciones son combinatorias. Sería imposible esparcir los detectores de conjunción en cada una de las posiciones del campo visual, sencillamente porque hay demasiadas clases de conjunciones. Si existe un millón de posiciones visuales, por lo tanto el número de procesadores necesarios sería de un millón multiplicado por el número de conjunciones

lógicamente posibles: el número de colores que podemos discriminar multiplicado por el número de contornos multiplicado por el número de profundidades multiplicado por el número de direcciones de movimiento multiplicado por el número de velocidades, y así sucesivamente, hasta alcanzar un número astronómico de unidades. La computación paralela inconsciente se detiene después de etiquetar cada posición con un color, un contorno, una profundidad y un movimiento; las combinaciones tienen que calcularse entonces, de forma consciente, en una única localización en un mismo momento.

La teoría hace una predicción sorprendente. Si el procesador consciente se focaliza en una posición, los rasgos de las otras flotarán alrededor como despegadas. Por ejemplo, una persona que no preste atención de forma deliberada a una región no sabrá si contiene una X roja o una O verde o una X verde y una O roja, el color y la forma flotarán en planos separados hasta que el procesador consciente las una entre sí en un punto concreto. Treisman descubrió que eso era lo que sucedía. En efecto, cuando las personas distraían su atención de ciertas letras coloreadas, podían referir las letras y referir los colores, pero no conseguían referir qué color iba con qué letra. Estas combinaciones ilusorias son una demostración sorprendente de los límites de la computación visual, y no son ajenas a lo que sucede en la vida cotidiana. Cuando vislumbramos distraídos o con el rabllo del ojo las palabras, las letras a veces se colocan por sí mismas. Un psicólogo empezó a estudiar este fenómeno cuando, tras pasar por una máquina de café quiso saber por qué había leído que se anunciaba el «Peor Café del Mundo». El cartel, desde luego, decía el «Mejor Café del Mundo». En una ocasión tuve una reacción retardada al pasar frente a una valla publicitaria que creí que anunciaba un burdel (en realidad ponía Brothers' Hotel). En cierta ocasión, mientras hojeaba una revista, vi de pasada un titular que entendí que hablaba de cámaras antisemitas (en realidad se trataba de cámaras semiantiguas)^[77].

Hay cuellos de botella que restringen el flujo de información tanto desde dentro de la persona como desde fuera. Cuando intentamos recuperar un recuerdo, los ítems gotean en la conciencia uno a uno, a menudo con retrasos espantosos si la información es antigua o insólita. Incluso desde que Platón invocara la metáfora de la cera blanda, los psicólogos han supuesto que el medio neuronal tiene que ser inherentemente resistente a conservar la información, la cual desaparece con el tiempo, a menos que sea aprehendida. Pero el cerebro puede recordar recuerdos indelebles, como, por ejemplo, el contenido de una noticia impactante y algunos pocos detalles de la época y el lugar en que fue escuchada. De modo que el medio neuronal mismo no es en absoluto el responsable^[78].

El psicólogo John Anderson ha elaborado la ingeniería inversa de la recuperación de memoria humana, y ha demostrado que los límites de la memoria no son un subproducto de un medio de almacenamiento. Tal como a los programadores les gusta decir, «no es un error, es un rasgo distintivo». En un sistema de recuperación de información óptimamente diseñado, un ítem se recuperará sólo cuando la relevancia

del ítem tenga más peso que el coste que supone recuperarla. Cualquiera que haya utilizado un sistema informático de obtención selectiva de datos en una biblioteca sin duda encontrará fácilmente motivos para arrepentirse por la avalancha de títulos que se vierten en la pantalla. Un humano experto, a pesar de nuestras supuestamente débiles facultades de recuperación, supera ampliamente a cualquier ordenador a la hora de localizar un fragmento de información a partir de su contenido. Cuando me es necesario encontrar artículos sobre un tema en un ámbito disciplinar que no me es familiar, no recorro a una terminal de búsqueda selectiva de información en la biblioteca, envío un correo electrónico a un colega que trabaja en ese campo.

¿Qué significa que un sistema de obtención selectiva de la información esté óptimamente diseñado? Debe expresar la información que más probabilidades tiene de ser útil en el momento en que es solicitada. Pero, ¿cómo puede conocerse por anticipado? Las probabilidades podrían ser estimadas, utilizando leyes generales acerca de qué tipo de información tiene más probabilidades de ser necesario. Si tales leyes existieran, seríamos capaces de hallarlas en los sistemas de información en general, y no sólo en la memoria humana; por ejemplo, las leyes aparecerían en los libros de estadística disponibles en una biblioteca o en los archivos de un servidor. Los informáticos han descubierto algunas de estas leyes. Un fragmento de información que ha sido solicitado muchas veces en el pasado, es más probable que sea necesario ahora que no un fragmento de información que ha sido solicitado sólo en raras y contadas ocasiones. Un fragmento que ha sido solicitado en fecha reciente es más probable que sea necesario ahora que no un fragmento que no ha sido solicitado durante un tiempo. Un sistema de obtención selectiva de información óptimo debe, por lo tanto, ser propenso a buscar y cargar los ítems hallados de forma frecuente y reciente. Anderson señala que eso es exactamente lo que hace la busca selectiva de la memoria humana: recordamos acontecimientos comunes y recientes mejor que los raros y del pasado distante. Además, descubrió otros cuatro fenómenos clásicos en la investigación de la memoria que satisfacían los criterios de diseño óptimo establecidos de forma independiente para los sistemas computarizados de búsqueda selectiva de información^[79].

Un tercer rasgo notable que caracteriza el acceso a la conciencia es el cromatismo emocional de la experiencia. No sólo registramos acontecimientos, sino que lo hacemos como placenteros o dolorosos, lo cual nos hace tomar medidas para procurarnos más de los primeros y menos de los segundos, tanto ahora como en el futuro. Pero nada de todo ello constituye un misterio. Hablando desde un punto de vista computacional, las representaciones desencadenan estados orientados por objetivos, los cuales activan la recogida de información, la solución de problemas y los demonios seleccionadores del comportamiento, que calculan cómo alcanzar, rehuir o modificar la situación ordenada. Y desde el punto de vista evolutivo, rara vez hay algún misterio en el porqué vamos en pos de las metas que buscamos; ¿por qué, por ejemplo, hacemos el amor con un (a) compañero (a) atractivo (a) en lugar de darnos

el lote con un (a) pelmazo (a)? Las cosas que se convierten en objetos del deseo son el tipo de cosas que conducen, por término medio, a intensificar las oportunidades de supervivencia y reproducción en el entorno en el que hemos evolucionado: agua, comida, seguridad, sexo, condición social, dominio del entorno y el bienestar de los hijos, parientes y amigos^[80].

El cuarto rasgo de la conciencia es la canalización del control a un proceso ejecutivo: algo cuya experiencia designamos como el sí mismo, la voluntad, el «Yo». El Yo ha sido puesto recientemente en tela de juicio. Según el pionero en el campo de la inteligencia artificial Marvin Minsky la mente es una sociedad de agentes, una amplia colección de esbozos en parte acabados, decía Daniel Dennett, afirmación que remataba añadiendo: «Es un error buscar al Presidente *en* el Despacho Oval del cerebro»^[81].

La sociedad de la mente es una maravillosa metáfora, y la utilizaré gustoso al abordar la explicación de las emociones. Con la salvedad de que sería llevar demasiado lejos la teoría si se proscribiera la existencia de un sistema en el cerebro responsable de dar las riendas de mando o conceder la palabra a un solo agente a la vez. Los agentes del cerebro podrían muy bien organizarse jerárquicamente en subrutinas encajadas unas en otras con un conjunto de reglas de decisión directoras, un demon computacional o un agente o un homúnculo de buena clase, situado en la parte alta de la cadena de mando. No sería un fantasma en la máquina, sino otro conjunto de reglas «si-entonces» o una red neuronal que delega el control a un agente más sonoro, más rápido o más fuerte, pero situado a un nivel por debajo.

Incluso tenemos pistas acerca de las estructuras cerebrales que albergan la circuitería de la toma de decisiones. El neurólogo Antonio Damasio ha señalado que la lesión del sulco cingulado anterior, que recibe los inputs de cualquiera de las áreas perceptivas superiores y que se halla conectado a los niveles superiores del sistema motor, deja al paciente en un estado aparentemente despierto pero extrañamente carente de capacidad de reaccionar. El informe llevó a que Francis Crick afirmara, bromeando sólo en parte, que se había descubierto la sede de la voluntad^[82]. Y durante muchas décadas los neurólogos han dado por sentado que el ejercicio de la voluntad —la formación y ejecución de planes— era una tarea de los lóbulos frontales. Un buen ejemplo, triste, pero, con todo, característico, me lo facilitó un hombre que me pidió que visitase a su hijo de quince años, que había sufrido una lesión en los lóbulos frontales en un accidente de coche. El chico permanecía en la ducha durante horas en ocasiones, incapaz de decidir cuándo salir y tampoco podía salir de casa porque no dejaba de comprobar una y otra vez si había apagado las luces^[83].

¿Por qué razón una sociedad de agentes mentales iba a necesitar un ejecutivo en lo alto? No importa cuántos agentes tengamos en nuestra mente, cada uno de nosotros tenemos exactamente sólo un cuerpo. La custodia de cada parte principal tiene que ser otorgada a un controlador que selecciona un plan entre una barahúnda de agentes

rivales. Los ojos tienen que enfocar un objeto a la vez, no pueden fijarse en el espacio vacío que queda a medio camino entre dos objetos interesantes u oscilar entre ellos en un tira y afloja. Los miembros deben seguir cierta coreografía para tirar del cuerpo o de objetos siguiendo una trayectoria que alcanza la meta de sólo uno de los agentes de la mente. La alternativa, a saber, una sociedad de la mente auténticamente igualitaria, aparece reflejada en la película maravillosamente absurda *Dos veces yo*. Lily Tomlin es una heredera hipocondríaca que contrata los servicios de un gurú para transferir su alma al cuerpo de una mujer que no quiere el suyo. Durante la transferencia, la cubeta que contenía el alma de Tomlin cae por la ventana y se hace añicos en la cabeza de un transeúnte, interpretado por Steve Martin. El *dybbuk* o demon de Tomlin se apodera de la parte derecha del cuerpo mientras el transeúnte conserva el control de su mitad izquierda. Entonces él empieza a dar bandazos en zigzag a medida que, primero, su parte izquierda empieza a andar en una dirección y luego su mitad derecha, con el meñique elegantemente extendido, anda dando pasos remilgados' hacia la otra.



Así, la conciencia, en el sentido de acceso, está en camino de ser entendida. ¿Qué sucede con la conciencia en el sentido de sentiencia o percepción sensible? Sentiencia y acceso pueden ser las dos caras de una misma moneda. Nuestra experiencia subjetiva es también la base para el razonamiento, el habla y la acción que nos caracterizan. No sólo tenemos la experiencia del dolor de muelas, nos quejamos y vamos al odontólogo.

Ned Block ha intentado clarificar la distinción entre acceso y sentiencia ideando escenarios en los que el acceso podía ocurrir sin capacidad de sentir, y viceversa. Un ejemplo de acceso sin sentiencia podría hallarse en el extraño síndrome denominado «visión ciega». Cuando una persona tiene un amplio punto ciego a causa de una lesión en su córtex visual, negará inflexiblemente que pueda ver una cosa que está allí; pero cuando se le fuerza a adivinar dónde se halla un objeto, lo logra hacer, más allá de toda casualidad, bien. Una interpretación es que el «ciego» tiene acceso a los objetos, pero no es sensible a ellos. Tanto si es correcto como si no, demuestra que es posible *concebir* una diferencia entre acceso y la capacidad de sentir. La capacidad de sentir sin conciencia puede ocurrir cuando, enfrascados muy a fondo en una conversación, nos damos cuenta de repente de que en el exterior hay una taladradora en marcha y que aunque a pesar de haber estado oyendo el ruido, durante cierto tiempo, no hemos reparado en el ruido. Antes de la epifanía éramos sensibles al ruido, pero no teníamos acceso a él. Pero Block admite que los ejemplos son un poco forzados, y sospecha que, en realidad, acceso y sentiencia van juntas^[84].

De este modo, puede que no necesitemos una teoría separada que explique dónde ocurre la sensibilidad en el cerebro, de qué modo encaja en la computación mental o

por qué evolucionó. Parece ser una cualidad adicional que tienen ciertos tipos de acceso a la información. En cambio sí precisamos una teoría que explique cómo las cualidades subjetivas de la sensibilidad surgen de un mero acceso a la información. Para completar este relato, por tanto, tengo que presentar una teoría que aborde preguntas como las siguientes:

- Si llegáramos a poder reproducir el procesamiento de la información que efectúa la mente humana como un enorme programa informático, ¿el ordenador que lo ejecutara sería consciente?
- ¿Qué sucedería si tomáramos este programa y formásemos a un amplio número de personas, pongamos por caso, la población de China, para tener en mente los datos y desarrollar los pasos? ¿Flotaría sobre China una gigantesca conciencia independiente de la conciencia de los mil millones de individuos? Si estuvieran realizando efectivamente el estado cerebral que representa el dolor muy agudo, ¿habría algún ente que en verdad sintiera dolor, aun cuando cada ciudadano estuviera de buen humor y alegre?
- Supongamos que el área receptora visual, que se halla en la parte posterior del cerebro fuera separada quirúrgicamente del resto y mantenida con vida en el cráneo, recibiendo inputs de los ojos. Según cualquier medida del comportamiento, el sujeto estaría ciego. ¿Existe una conciencia visual muda pero plenamente consciente y aislada en la parte posterior de la cabeza? ¿Qué sucedería si fuera extirpada y mantenida viva en una cubeta?
- ¿Puede la experiencia que tiene el lector del color rojo ser la misma que mi experiencia del color verde? Ciertamente, el lector *etiquetaría* la hierba como, «verde» y los tomates como «rojos», tal como yo lo hago, pero tal vez el lector *ve* en realidad la hierba como teniendo el color que en mi caso describiría, si me encontrara en su piel, como rojo.
- ¿Puede haber zombies? Es decir, ¿podría haber un androide construido para actuar de forma tan inteligente y tan emocional como el lector y yo mismo, pero en el cual no hubiera «nadie en su interior» que en realidad *sintiera* o *viera* algo? ¿Cómo sé que usted no es un zombi?
- Si alguien pudiera descargar el estado de mi cerebro y duplicarlo en otra colección de moléculas, ¿tendrían mi conciencia? Si alguien destruyera el original, pero la réplica continuara viviendo mi vida, pensando mis pensamientos, y sintiendo mis sentimientos, ¿habría sido asesinado? ¿El capitán Kirk se extingue y es sustituido por un gemelo cada vez que se adentra en la sala del transportador?
- ¿A qué se asemeja ser un murciélago? ¿Disfrutan los escarabajos del sexo? ¿Un gusano grita en silencio cuando un pescador traspasa su cuerpo al ponerlo en un anzuelo?
- Los cirujanos sustituyen una de nuestras neuronas por un microchip que duplica sus funciones de input-output. Nos sentimos y comportamos exactamente como antes.

Entonces, sustituyen una segunda neurona, y una tercera, y así sucesivamente hasta que nuestro cerebro se convierte cada vez más en algo hecho de silicio. Dado que cada micro-chip hace exactamente lo que hacía la neurona, el comportamiento y la memoria nunca cambian. ¿Llegamos a apreciar la diferencia? ¿Sería como agonizar? ¿Hay algún *otro* ente consciente que se mueve en nuestro interior y nos acompaña^[85]?

¡Al cuerno con todas estas cuestiones! Tengo algunos prejuicios, pero ni remota idea de cómo empezar a buscar una respuesta defendible. Pero, tampoco nadie la tiene. La teoría computacional de la mente no presenta ninguna intuición ni tampoco facilita ningún hallazgo en el campo de la neurociencia, una vez clarificada la confusión habitual de la sentiencia o sensibilidad con el acceso y el conocimiento de sí.

¿Cómo puede un libro titulado *Cómo funciona la mente* eludir la responsabilidad de explicar de dónde proviene la capacidad de sentir? Cabría, supongo, invocar la doctrina del positivismo lógico, según la cual si un enunciado no puede ser verificado carece literalmente de sentido. Los imponderables en la lista antes expuesta preguntan por la esencia misma de lo inverificable. Muchos pensadores, como Dennett, concluyen que preocuparse por ellos es simplemente hacer exhibicionismo de la propia confusión: las experiencias sensibles (o, como los filósofos las denominan, las *qualia*) son una ilusión cognitiva. Una vez que hemos aislado los correlatos computacionales y neurológicos del acceso a la conciencia; no queda nada por explicar. Insistir en que la sensibilidad queda inexplicada después de que se haya dado cuenta de todas las manifestaciones de la sensibilidad es sencillamente irracional, porque las computaciones no tienen nada sensible en ellas. Es como insistir en que la humedad queda inexplicada incluso después de que se haya dado cuenta de todas las manifestaciones de la humedad, porque las moléculas que se mueven no son húmedas^[86].

Si bien el argumento incomoda a casi todos, no es fácil hallar algo que esté mal. El filósofo Georges Rey me dijo una vez que no tenía experiencias sensibles, que las había perdido tras sufrir a los quince años un accidente en bicicleta. Desde entonces, insistía, había sido un zombi. Supongo que ironizaba, pero desde luego no tengo modo de saberlo, y eso es lo que importa.

Los desenmascaradores de las *qualia* tienen algo de razón. Al menos por ahora, no tenemos dónde agarrarnos científicamente para abordar los ingredientes extras especiales que dan lugar a la capacidad de sentir. En la medida en que la explicación científica funciona, puede que tampoco exista. Con todo, eso no equivale a decir que las afirmaciones sobre la sensibilidad sean perversamente incorroborables, sino que verificarlas no supone ninguna diferencia en absoluto. Nuestra incomprensión de la capacidad de sentir no impide en absoluto nuestra comprensión de cómo funciona la mente. Por regla general, las partes de un problema científico encajan unas en otras

como un crucigrama. Para reconstruir la evolución humana precisamos la antropología física, que se ocupa de hallar los huesos, la arqueología para comprender los útiles y herramientas, la biología molecular para datar el momento en que los humanos se separan de los chimpancés, y la paleobotánica para reconstruir el entorno a partir del polen físico. Cuando una parte cualquiera del crucigrama queda en blanco, como sucede por la ausencia de fósiles de chimpancés o la incertidumbre de si el clima era húmedo o seco, ese espacio en blanco es sentido con gran inquietud y todos esperan impacientes que sea rellenado. Pero en el estudio de la mente, la capacidad de sentir flota en su propio plano, muy por encima de las cadenas causales de la psicología y de la neurociencia. Si pudiéramos seguir, en algún momento, la pista de todos los pasos que conducen desde la percepción pasando por el razonamiento y la emoción hasta el comportamiento, la única cosa que la ausencia de una teoría de la sensibilidad dejaría pendiente sería una comprensión de la propia capacidad de sentir o sentiencia.

Decir que no tenemos ninguna explicación científica de la capacidad de sentir no es lo mismo que decir que ésta no exista en absoluto. Estoy tan seguro de que soy sensible como lo estoy de *cualquier otra cosa*, y apuesto a que el lector siente lo mismo. Aunque concedo que mi curiosidad por la sensibilidad nunca quedará saciada, me niego a creer que simplemente es una confusión pensar que soy sensible (la analogía propuesta por Dennett con la humedad que queda sin resolver no es decisiva: lo mojado en sí es una sensación subjetiva, de modo que la insatisfacción del observador vuelve a plantear todo el problema de la sentiencia o sensibilidad). No podemos proscribir la sensibilidad de nuestro discurso o reducirla al acceso a la información, porque el razonamiento moral depende de ella. El concepto de capacidad de sentir subyace a nuestra certeza de que la tortura es mala y que mientras inutilizar un robot es la destrucción de un bien, hacer lo propio con una persona constituye un asesinato. Es la razón de que la muerte de un ser querido no sólo nos haga sentir lástima por la pérdida que experimentamos, sino también el desconcertante dolor de saber que los pensamientos y los placeres de una persona se han desvanecido para siempre.

Si el lector me acompaña hasta el final de este libro, entenderá mi presentimiento sobre el misterio de la sensibilidad. Pero el misterio sigue siendo un misterio, un tema no para la ciencia sino para la ética, para las tertulias entre amigos hasta altas horas de la noche y, sin duda, para otro ámbito:

Un trozo microscópico de arena que flota por el espacio contiene un fragmento de la vida de un hombre. El lugar donde vivió y las máquinas que utilizó se hallan cubiertas por el polvo y el moho. Privadas de todo uso, todas las máquinas del señor Corry, incluso aquella hecha a su imagen y semejanza, que el amor mantenía viva, pero que ahora está obsoleta, se desintegrarán por la acción del viento, de la arena y del paso de los años... en la Dimensión Desconocida.

LA VENGANZA DE LOS TORPES

En algún punto más allá del límite de nuestro sistema solar, avanzando por el espacio interestelar, hay un fonógrafo y un disco de oro con instrucciones en escritura jeroglífica grabadas en su funda. Viajan en la sonda espacial *Voyager 2*, que fue lanzada en 1977 para que transmitiera a la Tierra fotografías y datos de los planetas más exteriores de nuestro sistema solar. En la actualidad, una vez que ha rebasado la órbita de Neptuno y ha concluido su emocionante misión científica, la sonda se ha convertido en nuestra tarjeta de visita interplanetaria para cualquier nave estelar extraterrestre que pueda encontrarla.

El astrónomo Carl Sagan se encargó de editar la grabación del disco y escogió vistas y sonidos que captaban nuestra identidad como especie y los logros que habíamos alcanzado. Incluyó saludos en cincuenta y cinco lenguas humanas y una muestra del «lenguaje de las ballenas», una grabación sonora de doce minutos de duración en la que se incluían el llanto de un bebé, un beso y un registro de un electroencefalograma sonoro con las meditaciones de una mujer enamorada, así como noventa minutos de música folclórica con muestras de los estilos del mundo: mariachis mexicanos, la música de las flautas *sikus* peruanas, el raga hindú, un canto nocturno de los indios navajo, un canto de iniciación de una muchacha pigmea, una pieza *shakuhachi* japonesa; así como música de Bach, Beethoven, Mozart, Stravinsky Louis Armstrong y Chuck Berry, que interpreta la canción «Johnny B. Goode»^[1].

El disco lleva así mismo un mensaje de paz de nuestra especie al cosmos. En una muestra no premeditada de humor negro, la alocución del mensaje la realizó el por entonces secretario general de las Naciones Unidas, Kurt Waldheim. Años más tarde, los historiadores descubrirían que, durante la Segunda Guerra Mundial, Waldheim había sido oficial de inteligencia en una unidad del ejército alemán que llevó a cabo brutales operaciones de castigo contra los partisanos en los Balcanes, y que fue el responsable de la deportación de la población judía de Salónica a los campos de exterminio nazis. Es demasiado tarde para hacer regresar al *Voyager*, y esta negra broma que nos hemos gastado viajará al centro de la galaxia de la Vía Láctea.

Seres inteligentes

El documento fonográfico del *Voyager*, en cualquier caso, era una idea hermosa, aunque sólo fuera por las preguntas que planteaba. ¿Estamos solos? Si no lo estamos, ¿las formas alienígenas de vida tienen la inteligencia y el deseo de desarrollar viajes espaciales? Si es así, ¿interpretarán los sonidos y las imágenes que les dirigimos, o más bien oirán la voz como si se tratara del zumbido de un módem y, en las líneas que dibujan las siluetas de un hombre y una mujer colocada en la cubierta no verán más que una raza de cuerpos alámbricos? En el caso de que comprendieran su contenido, ¿cómo responderán? ¿Ignorándonos? ¿Viniendo y esclavizándonos o comiéndonos? ¿O iniciando un diálogo interplanetario? Tal vez la respuesta tan esperada del espacio exterior se limitaría, como se decía en un apunte satírico del programa *Saturday Night Uve*, a un por favor «envíen más Chuck Berry».

No se trata precisamente de preguntas para tertulias hasta altas horas de la madrugada. A principios de la década de 1990, la NASA asignó cien millones de dólares a la búsqueda de inteligencia extraterrestre, el programa SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence). Los científicos escuchaban el universo con ayuda de grandes radiotelescopios, a la búsqueda de señales que pudieran provenir sólo de seres inteligentes. Como cabía esperar, algunos congresistas estadounidenses se opusieron al programa. Uno de ellos afirmó que «buscar hombrecitos verdes con cabezas deformadas era despilfarrar los fondos federales». A fin de minimizar el «factor ataque de risa», la NASA rebautizó el proyecto como el *High Resolution Microwave Survey* (Búsqueda de Ondas de Alta Resolución), aunque era ya demasiado tarde para evitar el rechazo del Congreso al proyecto. En la actualidad, se mantiene operativo gracias a las donaciones de particulares, entre ellos, el director de cine Steven Spielberg.

Con todo, la oposición al proyecto SETI provino no de ignorantes sino de algunos de los más prestigiosos biólogos del mundo. ¿Por qué se sumaron al debate? El programa SETI depende de supuestos procedentes del campo de la teoría evolutiva y no de la astronomía: dicho de modo más concreto, de la evolución de la inteligencia. La inteligencia, ¿es algo inevitable, o es algo puramente casual^[2]? En un célebre congreso que tuvo lugar en 1961, el astrónomo y partidario entusiasta del programa SETI, Frank Drake, señaló que cabía estimar el número de civilizaciones extraterrestres que podía darse el caso que contactaran con nosotros con la siguiente ecuación:

$$N = R * F_p f_1 n_e f_i f_c L$$

- 1) El número de estrellas de la galaxia. R^*
- 2) El coeficiente de estrellas que tienen planetas. F_p
- 3) El número de planetas por sistema solar con un entorno que puede albergar vida. F_1

- 4) El coeficiente de estos planetas que cuentan realmente con vida. N_e
- 5) El coeficiente de planetas con vida en los que aparece la inteligencia. f_i
- 6) El coeficiente de sociedades inteligentes que desean y son capaces de comunicarse con otros mundos, f_c
- 7) La longevidad de cada tecnología en el estadio comunicativo. L

Los astrónomos, los físicos y los ingenieros que asistieron al congreso, si bien se sintieron incapaces de estimar el factor 6 sin ayuda de un sociólogo o un historiador, confiaban en estimar el factor 5, el coeficiente de planetas con vida en los que aparece la inteligencia. Y estimaron que ascendía al uno por ciento^[3].

Encontrar vida inteligente en algún punto del cosmos sería, sin duda, el descubrimiento más emocionante de la historia humana. Entonces, ¿a qué venían las burlas de los biólogos? La razón no era otra que, para estos científicos, los partidarios entusiastas del programa SETI razonaban basándose en una creencia popular precientífica. Los dogmas religiosos con siglos de antigüedad, la idea victoriana del progreso y el humanismo laico moderno, todos ellos condujeron a interpretar mal la evolución como un anhelo interior o como el desarrollo hacia una complejidad mayor, cuyo punto culminante sería la aparición del hombre. La presión se intensifica y entonces aparece la inteligencia como si se tratara de palomitas de maíz en una sartén al fuego.

Aquella doctrina religiosa recibe el nombre de la Gran Cadena del Ser, en la cual quedaban abarcados desde la ameba hasta el hombre, pasando por el mono, y aún son muchos los científicos que en la actualidad utilizan irreflexivamente los adjetivos «superior» e «inferior» para calificar las formas de vida, y los términos «escala» y «eslabón» para hablar de la evolución. La procesión de primates, desde el gibón que vive en bandas y arrastra los brazos por el suelo, pasando por el cavernícola de hombros encorvados hasta el hombre moderno, que anda erguido, no sólo se ha convertido en un icono de la cultura pop, sino que todos comprendemos exactamente qué quiere decir alguien cuando afirma que rechazó una cita porque el hombre con el que iba a salir (Larry) no era muy evolucionado. En relatos de ciencia ficción como *La máquina del tiempo* de H. G. Wells, en episodios de la serie *Star Trek* y en entregas de la serie de dibujos *La vida de Boy*, el impulso se extrapola a nuestros descendientes, representados como homúnculos de cuerpos alargados, calvos y de cerebros bulbosos, recorridos por venas varicosas. En el filme *El planeta de los simios* y en otros relatos, una vez que la especie humana ha quedado destrozada o ha sido asfixiada por la contaminación que ella misma generó, los simios o los delfines están a la altura de las circunstancias y la sustituyen.

Drake expresó estos supuestos en una carta enviada a la revista *Science* en la que defendía el programa SETI contra el eminente biólogo Ernst Mayr. Mayr había señalado que sólo una de las casi cincuenta millones de especies de la tierra había llegado a desarrollar civilizaciones, de modo que la probabilidad de que la vida en un

planeta dado incluyera una especie inteligente sería muy pequeña. A ello Drake le replicó:

La primera especie en desarrollar civilizaciones inteligentes descubrirá que es la única. ¿Debe sorprenderle? Alguna tiene que ser la primera, y el hecho de serlo nada implica acerca de cuántas otras especies han tenido o tienen el potencial de desarrollar civilizaciones inteligentes o puedan hacerlo tal vez en el futuro... Del mismo modo, entre muchas civilizaciones, una será la primera, y temporalmente la única, en desarrollar una tecnología electrónica. ¿Y de qué otro modo podría ser? Las pruebas sugieren que los sistemas planetarios necesitan existir durante unos cuantos miles de millones de años bajo unas circunstancias lo suficientemente benignas para que evolucione una especie que sea capaz de usar esa tecnología^[4].

A fin de examinar por qué este pensamiento choca tan frontalmente con la teoría moderna de la evolución consideremos la siguiente analogía. El cerebro humano es un órgano exquisitamente complejo que evolucionó sólo una vez. La trompa de los elefantes, que apila troncos, arranca de cuajo árboles, recoge una moneda, quita las espinas de las plantas, espolvorea con arena y rocía con agua el cuerpo del elefante, sirve de tubo de respiración bajo el agua y es capaz de garabatear con un lápiz, es otro órgano complejo que evolucionó sólo una vez. El cerebro y la trompa son productos de la misma fuerza evolutiva, a saber: la selección natural. Imaginemos un astrónomo del Planeta de los Elefantes que defendiera el programa de Búsqueda de Trompas Extraterrestres:

La primera especie que desarrolla una trompa descubrirá que es la única. ¿Debe sorprenderle? Alguna tiene que ser la primera, y serlo nada implica acerca de cuántas otras especies han tenido o tienen el potencial para desarrollar trompas o puedan hacerlo tal vez en el futuro... Del mismo modo, entre muchas especies que tienen trompas, una será la primera, y temporalmente la única, en embadurnarse con arena. Las pruebas sugieren que los sistemas planetarios necesitan existir durante unos cuantos miles de millones de años bajo unas circunstancias lo suficientemente benignas para que evolucione una especie que sea capaz de usar trompas.

Este razonamiento nos sorprende por disparatado porque el elefante-astrónomo supone que la evolución no sólo *produjo* la trompa en una especie en ese planeta, sino que se *esforzó* en producirla en ciertas especies afortunadas, a la vez deseándolo y esperándolo. El elefante, es meramente «la primera» y «temporalmente» la única especie; las otras especies tienen «el potencial», si bien deben pasar unos cuantos miles de millones de años para que ese potencial se realice. Desde luego, no somos chovinistas de las trompas, de modo que podemos ver que las trompas evolucionaron, pero no porque una marea en ascenso las hicieran ser inevitables. Gracias a precondiciones aleatorias en los antepasados del elefante (un gran tamaño y ciertos tipos de ollares y labios), ciertas fuerzas selectivas (por ejemplo, los problemas que plantea levantar y bajar una cabeza enorme), sumando a ellas el azar, hicieron que la trompa evolucionara como una solución factible y práctica para esos organismos en ese momento. Otros animales ni han desarrollado ni desarrollarán trompas, porque en sus cuerpos y en sus circunstancias la trompa no resulta de gran ayuda. ¿Podría

suceder de nuevo, aquí o en alguna otra parte? Podría, pero la fracción de planetas en los que se han dado las condiciones necesarias en un período determinado es presumiblemente pequeña y, desde luego, es inferior al uno por ciento.

Con nuestro cerebro, en cambio, sí *somos* chovinistas, ya que lo pensamos como la meta final de la evolución y, de este modo, por razones que durante años Stephen Jay Gould ha expresado, incurrimos en un absurdo. En efecto, ante todo la selección natural no hace nada que ni por asomo se parezca a un esfuerzo por alcanzar la inteligencia. El proceso está dirigido por diferencias en la supervivencia y por las tasas de reproducción de los organismos que se reproducen en un medio particular. Con el tiempo, los organismos adquieren diseños que los adaptan a la supervivencia y a la reproducción tanto en ese medio como en ese período concreto, aunque nada les empuja en una dirección que difiera de tener éxito en ese medio y en ese momento. Cuando un organismo migra a un nuevo medio, su linaje se adapta de forma consecuente, pero los organismos que se quedaron atrás, en el medio originario siguen medrando inalterados. La vida es un arbusto densamente ramificado, en absoluto una escala o un eslabón; además, los organismos vivos se hallan en las puntas de las ramas y no en los peldaños inferiores. Todos y cada uno de los organismos actualmente vivos han empleado la misma cantidad de tiempo en evolucionar desde que se originó la vida, tanto si hablamos de la ameba, del ornitorrinco, del macaco de la India como, desde luego, de Larry cuya voz quedó grabada en el contestador automático pidiendo una nueva cita^[5].

Pero un partidario del programa SETI podría objetar que los animales se hacen cada vez más complejos con el paso del tiempo y que, entonces, la inteligencia sería el punto culminante de ese proceso. Al cabo de muchas generaciones, ciertamente, los animales han alcanzado una mayor complejidad. La vida empezó siendo simple, de modo que la complejidad, en cualquier época, de las criaturas *más* complejas en la tierra ha ido aumentando con el paso de vastísimas extensiones de tiempo. Pero en muchos linajes no sucede así. Los organismos alcanzan un óptimo y no lo rebasan, a menudo durante centenares de millones de años. Y aquellos que alcanzan una mayor complejidad no siempre llegan a ser más inteligentes. Eso sí, se hacen más grandes o más veloces, más venenosos o más fecundos, más sensibles a olores y sonidos o mejor dotados para volar más alto y más lejos, construyen mejor sus nidos o las represas en las que habitan. La evolución trata de los fines y no de los medios, llegar a ser inteligente es sólo una opción.

Con todo, cabe preguntarse, ¿no es inevitable que *muchos* organismos sigan la senda que conduce a la inteligencia? A menudo los diferentes finales convergen en una solución, como sucedió en el caso de los cuarenta grupos diferentes de animales que desarrollaron un diseño complejo para el órgano de la vista. Probablemente, no se puede ser demasiado rico, demasiado pequeño o demasiado inteligente. ¿Por qué razón una inteligencia como la humana no habría de ser una solución en la que muchos organismos, en este planeta y en otros, convergieran?

En realidad, la evolución habría convergido en la inteligencia humana en varias ocasiones, y tal vez este punto daría de sí para justificar el programa SETI. Pero al calcular las probabilidades, no basta con pensar en lo magnífico que es ser inteligente. En la teoría evolutiva, ese tipo de razonamiento suele merecer la acusación que los conservadores siempre imputan a los liberales: si bien no cesan de especificar un beneficio, nunca expresan los factores de los costes. Los organismos no evolucionan hacia cualquier ventaja imaginable. Si lo hicieran, cualquier criatura sería más rápida que una bala, más potente que una locomotora y capaz de saltar edificios altos de un solo brinco. Un organismo que dedica algo de su materia y energía a un órgano tiene que restarlas a otro. En este sentido, debe tener huesos más delgados, menos músculos o poner menor número de huevos. Los órganos se desarrollan sólo cuando los beneficios que aportan son mayores que los costes que supone desarrollarlos^[6].

Tal vez el lector disponga de un dispositivo tipo *Personal Digital Assistant* como las *Newton* desarrolladas por Appel. Son aparatos que reconocen la escritura manual, almacenan números de teléfonos, editan textos, envían faxes, gestionan la agenda personal y hacen muchas otras tareas. Son maravillas de la ingeniería y permiten organizar una vida muy ocupada. En mi caso, no tengo un aparato de éstos; porque, aun cuando me gustan los chismes electrónicos, siempre que he tenido la tentación de comprarme uno, ha habido cuatro cosas que me han disuadido de hacerlo. Ante todo, son voluminosos y de difícil manejo. En segundo lugar, funcionan con batería. En tercero, lleva tiempo aprender a utilizarlos; y finalmente, su sofisticación hace que las tareas sencillas, como buscar un número de teléfono, se conviertan en algo lento y pesado. Me las arreglo bien con un cuaderno y una pluma estilográfica.

Cualquier criatura que sopesara la posibilidad de desarrollar un cerebro como el humano, se enfrentaría a las mismas desventajas. Ante todo, el cerebro es voluminoso. La pelvis de una mujer apenas permite dar a luz a un bebé que tenga una cabeza grande. Ese diseño ha sido el responsable de la muerte de muchas mujeres durante el parto y exige además un modo de andar articulado alrededor de un eje central, lo cual hace que, desde un punto de vista biomecánico, las mujeres sean menos eficientes al andar que los hombres. Así mismo, el hecho de tener una cabeza pesada que se balancea sostenida por el cuello nos hace más vulnerables a lesiones fatales cuando se producen accidentes como las caídas. En segundo lugar, el cerebro necesita energía. Desde un punto de vista metabólico, el tejido neural es glotón: el cerebro equivale sólo al dos por ciento de nuestro peso corporal, pero consume el veinte por ciento de nuestra energía y nutrientes. En tercer lugar, lleva tiempo aprender a usar el cerebro. Pasamos buena parte de nuestra vida siendo niños o al cuidado de niños. En cuarto lugar, las tareas simples pueden ser lentas. El primer tutor de estudios que tuve en la universidad era un psicólogo matemático que quería establecer el modelo para la transmisión de información en el cerebro midiendo los tiempos de reacción ante señales acústicas. Desde un punto de vista teórico, la

transmisión neurona-a-neurona debía ser de una milésima de segundo. Pero, desde que se producía el estímulo hasta que se registraba la respuesta, pasaban setenta y cinco milésimas de segundo que no sabía cómo explicar y se quejaba diciendo: «He aquí toda la reflexión en marcha cuando sólo queremos que mueva el dedo». Los animales con una tecnología inferior pueden ser más rápidos; ciertos insectos pueden picar en menos de una milésima de segundo. Tal vez en esto consista la respuesta a la pregunta retórica que se planteaba en un anuncio de material deportivo: si la media del coeficiente de inteligencia del hombre es 107 y el coeficiente de inteligencia medio de la trucha de río es 4, entonces, ¿por qué un hombre no consigue pescar una trucha^[7]?

No todos los seres han de tener inteligencia, al igual que no todos tienen una trompa, y ello debiera hacer vacilar a quienes defienden con entusiasmo el programa SETI. Con ello no pretendo argumentar en contra de la búsqueda de inteligencia extraterrestre, puesto que mi tema es simplemente la inteligencia terrestre. La falacia de que la inteligencia es una cierta ambición elevada de la evolución, forma parte de la misma falacia que trata la inteligencia como una esencia divina o un tejido maravilloso o un principio matemático omnienglobante. La mente es un órgano, un dispositivo biológico. El hecho de que hoy en día dispongamos de una mente se debe a que su diseño alcanza resultados cuyos beneficios eran ya superiores a los costes que suponía su desarrollo en los primates africanos que vivieron en el Plioplistoceno. Para entendernos a nosotros mismos, nos es preciso saber cómo, por qué, dónde y cuándo tuvo lugar este episodio en la historia. Cuestiones de las que tratará este capítulo.

El diseñador de la vida

Con todo, un biólogo evolutivo *ha* elaborado una previsión acerca de la vida extraterrestre, y no precisamente para ayudarnos a buscar vida en otros planetas, sino para comprender la vida en la tierra. Richard Dawkins ha aventurado que la vida, en cualquier parte del universo en la que se halle, será un producto de la selección natural darwiniana. Puede que el pronóstico parezca el más engañoso de todos los que han sido hechos desde la tranquilidad de una poltrona, aunque en realidad se trata de una consecuencia directa del argumento que sostiene la teoría de la selección natural. La selección natural es la única explicación que tenemos respecto al modo en que la vida compleja *evoluciona*, rechazando la pregunta acerca de cómo *evoluciona de hecho*. Si Dawkins está en lo cierto, como creo que lo está, la selección natural es indispensable para la comprensión de la mente humana. Si es la única explicación de la evolución de «hombrecitos verdes», ciertamente es la única explicación de la evolución también de hombretones negros y beige^[8].

La teoría de la selección natural —al igual que el otro fundamento de este libro, la teoría computacional de la mente— tiene un estatuto poco corriente en la vida intelectual contemporánea. En el seno de su disciplina, esta teoría, al explicar miles de descubrimientos en un marco coherente y al inspirar de forma constante otros nuevos hallazgos, resulta ser del todo indispensable. Pero fuera de su dominio disciplinar, es mal interpretada y vilipendiada. Al igual que en el **capítulo 2**, deseo exponer aquí la defensa de esta idea fundacional, es decir, de qué modo explica un misterio esencial que las otras teorías alternativas no pueden explicar, cómo ha sido verificada en el laboratorio y en estudios de campo, y por qué razón son erróneas ciertas argumentaciones muy conocidas empleadas en contra de la selección natural.

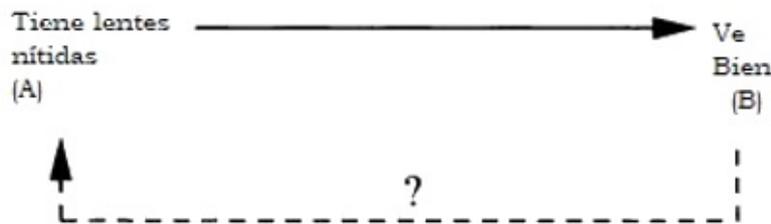
La selección natural ocupa un lugar especial en la ciencia porque sólo ella explica la especificidad de la vida. La vida nos fascina por su *complejidad adaptativa* o *complejo diseño*. Los seres vivos no son sólo hermosas curiosidades, sino que hacen cosas asombrosas. Vuelan, nadan, ven o digieren alimentos, dan caza a presas, elaboran miel, seda, madera o venenos. Son logros excepcionales, que exceden a las condiciones determinantes de charcas, rocas, nubes, así como del resto de cosas que no están vivas. En este sentido, denominaríamos «vida» a un montón de materia extraterrestre, sólo si realizara hitos comparables.

Los logros excepcionales provienen de estructuras especiales. Si los animales pueden ver y las rocas no, es porque los animales tienen ojos, y los ojos cuentan con disposiciones precisas de materiales insólitos capaces de formar una imagen: una córnea que enfoca la luz, una lente que ajusta el foco a la profundidad del objeto, un iris que se abre y se cierra para permitir el acceso de la cantidad correcta de luz, una esfera de gelatina transparente que mantiene la forma del ojo, una retina en el plano focal de las lentes, unos músculos destinados a mantener abiertos o cerrados los ojos, moverlos de un lado a otro, arriba y abajo, conos y bastones como transductores de la luz en señales neuronales y muchas cosas más, todo ello en una forma y disposición exquisitamente logradas. Resulta de lo más sorprendente pero las probabilidades eran contrarias a que estas estructuras se ensamblaran a partir de materias primas por medio de la acción de tornados, corrimientos de tierra, cascadas o las descargas de rayos que vaporizaron el primigenio caldo cenagoso tal como se indicaba en el experimento imaginario del filósofo.

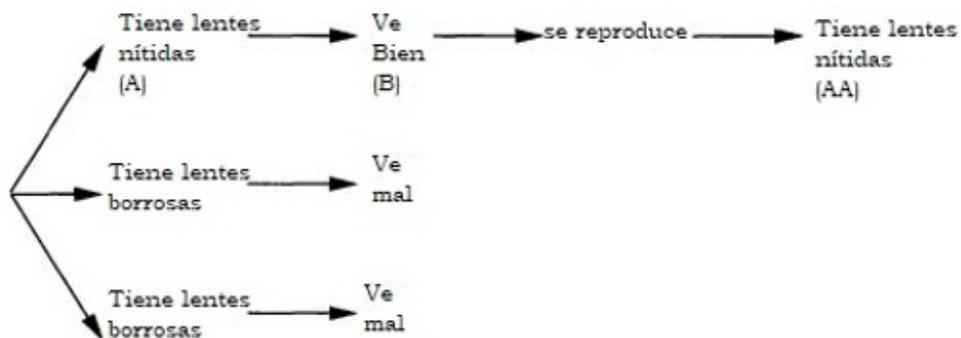
El ojo tiene tantas partes, dispuestas de un modo tan preciso, que parece haber sido previamente diseñado con la *finalidad* de formar algo capaz de ver, y lo mismo cabe decir del resto de los órganos. Las articulaciones, por ejemplo, están lubricadas para moverse con suavidad alrededor de un eje; los dientes son adecuados para triturar, roer y cortar; el corazón bombea la sangre... al punto que cada órgano parece haber sido diseñado teniendo presente una función. Una de las razones que llevaron a la invención de la idea de Dios fue *el hecho de que representaba* la mente que formó y ejecutó los planes de la vida. Las leyes del mundo van hacia delante, no hacia atrás: la lluvia hace que el suelo se moje, pero el hecho de que el suelo se beneficie de estar

mojado no es la causa de que llueva. ¿Qué otra cosa sino los planes de Dios podían efectuar la teleología (la orientación a un fin) de la vida en la tierra?

Darwin demostró en qué consistía ese algo. Identificó cuál era el proceso causal físico que imita la apariencia paradójica de la causación final o teleología. El proceso causal en cuestión es la *reproducción*. Un reproductor es, en general, algo que puede hacer una copia de sí mismo, incorporando la mayoría de sus rasgos distintivos duplicados en la copia, entre ellos la capacidad de reproducirse a su vez. Consideremos dos estados de cosas, A y B. B no puede causar A, si A sucede primero. (El hecho de ver no puede hacer que un ojo tenga una lente nítida).

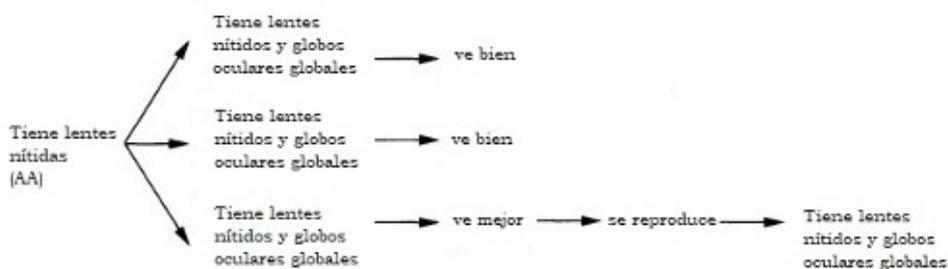


Pero digamos que A causa B, y que B a su vez es la causa de que A efectúe una copia de sí mismo, llamémosla AA. AA se asemeja a A, de modo que parece como si B hubiera causado a A. Pero no es así, sólo es la causa de AA, la *copia* de A. Supongamos que haya tres animales, dos de ellos con lentes borrosas, uno con lentes nítidas. El hecho de tener lentes nítidas (A) es la causa de que un ojo vea bien (B); el hecho de ver bien es la causa de que un animal se reproduzca, ya que le ayuda a librarse de sus depredadores y encontrar pareja. La descendencia (AA) tiene lentes nítidas y puede así mismo ver bien. Todo parece como si la descendencia tuviera ojos *para* poder ver bien (causación falsa, finalista o causalidad teleológica), pero es sólo una ilusión. La descendencia tiene ojos porque los ojos de *sus padres veían* bien (causalidad correcta, ordinaria o hacia delante). Los ojos de la descendencia *parecen* a los de sus padres, por tanto, cuando interviene la causación en función de metas, es fácil errar en la determinación de lo que sucedió.



Hasta ahora lo sucedido tiene que ver más con el ojo que con una lente nítida, pero la especificidad de un reproductor es que sus copias pueden así mismo reproducirse. Examinemos qué sucede cuando la hija con lentes nítidas de aquellos animales hipotéticos se reproduce. Algunas de sus crías tendrán unos glóbulos

oculares más redondos que otras, y las versiones con los ojos redondos eran mejor porque las imágenes se enfocan desde el centro hacia el extremo. Una mejor visión conduce a una mejor reproducción, y la siguiente generación tendrá tanto lentes nítidas como glóbulos oculares redondos. A su vez, estas crías son capaces de reproducirse, y aquellos de sus descendientes con una visión más definida tienen más probabilidades de dar vida a una nueva generación con una visión mejor definida, y así sucesivamente. En cada generación, los rasgos que conducen a la buena visión se transmiten de forma desproporcionada a la siguiente generación. Tal es la razón por la que la última generación de reproductores tendrá rasgos que parecen haber sido diseñados por un ingeniero inteligente (véase la figura a continuación).



Si he presentado la teoría de Darwin de este modo, al cual cabría calificar de poco ortodoxo, es para realzar la extraordinaria aportación que hace: explica la presencia de un diseño sin recurrir a un diseñador, utilizando la causación progresiva ordinaria tal como se aplica a los reproductores. La historia completa se desarrolla como sigue. En un principio hubo un reproductor. Esta molécula o cristal era un producto no de la selección natural, sino de las leyes de la física y la química. (Si hiciéramos de ello un producto de la selección natural, incurriríamos en una regresión al infinito). Los reproductores suelen multiplicarse, y si uno de ellos se multiplicara sin encontrar obstáculos llenaría el universo con sus copias, que seguirían una pauta de replicación en la cual en algún momento se introduciría una variación (magnífica-magnífica-magnífica—... -magnífica-magnífica-grandiosa). Pero los reproductores utilizan materiales, para elaborar sus copias, y energía, para alimentar la reproducción. El mundo es finito, de modo que los reproductores tendrán que competir entre sí para procurarse los recursos que necesitan. Dado que ningún proceso de copia es perfecto al cien por cien, los errores aflorarán y no todos los descendientes serán copias exactas. Casi todos los errores en el copiado serán cambios para peor, y pasarán a ser la causa de un consumo menos eficiente de energía y materiales, o de un ritmo más lento, o de una inferior probabilidad de reproducirse. Pero, por un ciego azar, unos pocos errores serán cambios ventajosos, y los reproductores que los lleven proliferarán a lo largo de las generaciones. Sus descendientes acumularán cualquier error consecutivo que, a su vez, sea un cambio ventajoso, incluso aquellos que forman envolturas y sostenes protectores, manipuladores y catalizadores para reacciones químicas útiles y otros rasgos característicos de lo que damos en llamar

cuerpos. El reproductor resultante con un cuerpo en apariencia mejor diseñado, es lo que denominamos organismo.

La selección natural no es el único proceso que cambia los organismos a través del tiempo. Pero sí es el único que, en apariencia, *diseña* organismos en el tiempo. Dawkins se arriesgó tanto al hablar de la evolución extraterrestre porque pasó revista a todas las alternativas a la selección propuestas a lo largo de la historia de la biología, demostrando su incapacidad para explicar aquella rúbrica específica de la vida que es la presencia de un diseño complejo.

La teoría popular, según la cual los organismos responden a un impulso que les lleva a desarrollarse en formas cada vez más complejas y adaptativas, es evidente que no da cuenta del diseño complejo. Este impulso (y, lo que es más importante, el poder de lograr sus ambiciones), tiene mucho que ver con la magia y queda absolutamente sin explicar.

Los dos principios que se han asociado con el antecesor de Darwin, el naturalista francés Jean Baptiste de Monet de Lamarck —el uso-desuso, y la herencia de los caracteres adquiridos— tampoco están a la altura de las exigencias que plantea esa tarea. El problema se plantea en un ámbito que excede a las múltiples demostraciones de que la teoría de Lamarck era errónea. (Baste, por ejemplo, con señalar que si, en realidad, se pudieran heredar los caracteres adquiridos, el hecho de haber aplicado a varios centenares de generaciones la circuncisión habría hecho que los niños judíos nacieran hoy en día sin prepucio). Con todo, el problema más profundo es que la teoría lamarckiana, aun cuando, en general, *hubiera* resultado ser correcta, no sería capaz de explicar la complejidad adaptativa. En primer lugar, el hecho de *usar* un órgano no hace, por sí mismo, que el órgano funcione mejor. Los fotones que traspasan una lente no hacen que la lente sea más nítida, y el hecho de utilizar una máquina no la conserva o mejora, sino que la desgasta. Ahora bien, son muchas las partes de los organismos que, en realidad, se ajustan de forma adaptativa al uso: los músculos que se ejercitan adquieren mayor volumen, la piel sometida a roce se hace más dura, y cuando es sometida al sol se oscurece, o los actos que son recompensados proliferan, mientras que los que son castigados disminuyen. Pero, dado que tales respuestas forman parte del diseño evolucionado del organismo, de hecho, es preciso explicar cómo *surgieron*: ninguna ley de la física o de la química sostiene que las cosas sometidas al roce se endurecen, o que las superficies iluminadas se oscurecen. Por otro lado, la herencia de los caracteres adquiridos no supone mejoras, sino cambios a peor, ya que casi todas las características que adquiere un organismo son cortes, arañazos, cicatrices, caries, desgaste y otras agresiones que el mundo despiadado deja en el cuerpo. Y aunque un golpe pudiera conducir a un cambio para mejor, el modo en que el tamaño y la forma de aquella herida útil podría ser leída en la carne afectada y ser codificada, a su vez, en las instrucciones del ADN, que se hallan presentes en el espermatozoide o el óvulo, es cuando menos un misterio^[9].

Otra teoría más también fallida es aquella que recurre a la macromutación. Por ejemplo, pensemos en un mamut que copiara un error y engendrara de golpe un nuevo tipo de organismo adaptado. El problema que entraña esta teoría consiste en que, con las leyes de la probabilidad en la mano, resultaría altamente inviable que un gran error de copia, producido aleatoriamente, crease un órgano funcional complejo como es, por ejemplo, el ojo a partir de mera carne indiferenciada. Los pequeños errores aleatorios, en cambio, pueden hacer que un órgano se asemeje cada vez *un poco más* a un ojo, como en el ejemplo que hemos propuesto anteriormente, donde una mutación imaginable podía hacer que una lente fuera algo más nítida o que el glóbulo ocular fuera un poco más redondo. De hecho, mucho antes de que el escenario que proponemos llegara a ser efectivo, debería haberse acumulado una amplia secuencia de pequeñas mutaciones que, en última instancia, dotarían al organismo con un ojo. Darwin, al ampliar el registro experimental de la teoría observando directamente los organismos, reconstruyó lo que pudo haber sucedido. En efecto, unas pocas mutaciones eran las responsables de que parte de las células de la piel se hicieran sensibles a la luz; luego, unas pocas mutaciones más hicieron que el tejido subyacente fuese más opaco, otras aún lo hicieron ser tan profundo como una copa y, luego, le dieron la forma de una caverna esférica. Las mutaciones posteriores añadieron una delgada funda translúcida, la cual, posteriormente, aumentó en grosor y constituyó una lente, etcétera. Cada paso aportó una pequeña mejora en la visión. Aun cuando cada mutación era improbable, no era absolutamente inviable, es decir, la secuencia entera de mutaciones no era astronómicamente imposible, porque las mutaciones no se daban de una vez, sino que cada mutación con efectos benéficos se sumaba a un conjunto anterior de mutaciones, seleccionadas a lo largo de miles de millones de años^[10].

Una cuarta alternativa es la deriva genética aleatoria. Los rasgos beneficiosos sólo lo son en términos generales estadísticos. Las criaturas reales padecen las incidencias de una fortuna ultrajante. Cuando el número de individuos en una generación llega a ser lo suficientemente pequeño, un rasgo que aporta ventajas puede desvanecerse si aquellos que son sus portadores no tienen suerte, mientras que otro, considerado desventajoso o neutro, puede llegar a transmitirse si sus portadores tienen la suerte a su favor. La deriva genética puede, en principio, dar cuenta de la razón por la que una población tiene un simple rasgo distintivo, como, por ejemplo, ser de color oscuro o claro, o un rasgo de poca importancia, como una secuencia de bases del ADN que se halla en una región del cromosoma que no se encarga de hacer nada en concreto. Pero, dada su propia azarosidad, una deriva aleatoria no puede explicar la aparición de un rasgo a la vez improbable y útil como es, por ejemplo, la aptitud para ver o volar. Los órganos que son necesarios precisan de centenares o miles de partes funcionales, y la probabilidad es infinitamente baja de que los genes requeridos se acumulen gracias a un nuevo azar.

La argumentación de Dawkins acerca de la vida extraterrestre es una declaración atemporal sobre la lógica de las teorías evolutivas, acerca de la facultad que tiene un *explanans* de causar un *explanandum*. Y, en realidad, su argumentación se enfrenta a dos desafíos consecutivos. Uno es una variante del lamarckismo denominada mutación *adaptativa* o *dirigida*. ¿Qué prodigio no sería si un organismo reaccionara al desafío que le impone el medio en el que vive con un gran número de mutaciones novedosas, que no fueran aleatorias y pródigas, sino que favorecieran los rasgos que le capacitarán para hacerle frente? Sin duda lo sería, y precisamente en eso consiste el problema, pues la química es ajena a estas consideraciones. El ADN de los testículos y los ovarios no puede atender al exterior y mutar en consonancia elaborando, por ejemplo, un forro cuando hace frío, aletas cuando el medio es demasiado acuoso, garras cuando hay árboles alrededor o poner una lente delante de la retina en lugar de ponerla entre los dedos de los pies o en el interior del páncreas. Ésta es la razón por la que una piedra angular de la teoría evolutiva —en realidad, una piedra angular de la cosmovisión científica— es que las mutaciones son indiferentes a los beneficios que aportan al organismo. No pueden ser, en general, adaptativas, aunque desde luego un pequeño número de ellas pueden serlo casualmente. Las periódicas afirmaciones que suelen aparecer declarando haber descubierto «mutaciones adaptativas», inexorablemente resultan ser curiosidades o artefactos de laboratorio. No hay mecanismo alguno que, al modo de un ángel de la guarda, guíe las mutaciones para que respondan a las necesidades que tienen los organismos en general, dado que hay miles de millones de tipos de organismos, cada uno de los cuales tiene miles de necesidades planteadas^[11].

El otro desafío es el que formulan los partidarios de un nuevo ámbito disciplinar denominado teoría de la complejidad. Esta teoría se preocupa por los principios matemáticos que rigen el orden que subyace a muchos sistemas complejos: las galaxias, los cristales, los sistemas climáticos, las células, los organismos, los cerebros, los ecosistemas, las sociedades, etcétera. Se cuentan por docenas los libros de reciente publicación que han aplicado estas ideas a temas tan dispares como el SIDA, la decadencia urbana, la guerra en Bosnia y, desde luego, al mercado de valores. Stuart Kauffman, una de las cabezas visibles más destacadas de este movimiento, sugería que hechos como la autoorganización, el orden, la estabilidad y la coherencia posiblemente eran una «propiedad innata de ciertos sistemas complejos». La evolución, sugería el mismo autor, tal vez sólo fuera un «matrimonio de la selección con la autoorganización»^[12].

La teoría de la complejidad plantea cuestiones interesantes. Si bien la selección natural presupone inicialmente que, de algún modo, ha aparecido un reproductor, la teoría de la complejidad podría ayudar a explicar ese «de algún modo». La teoría de la complejidad podría, así mismo, contribuir a explicar otros supuestos. Todo cuerpo debe mantenerse unido el tiempo suficiente para funcionar y no desmenuzarse o diluirse en una charca. Y para que la evolución tenga lugar, las mutaciones deben

cambiar lo suficiente un cuerpo para diferenciar su funcionamiento, pero sin por ello excederse y conducirlo a un accidente caótico. En el caso de que haya principios abstractos que rijan una red cualquiera de partes interactivas (moléculas, genes, células), la selección natural debería actuar en el seno de esos principios, tal como lo hace en otras restricciones de las matemáticas y la física, como el teorema de Pitágoras y la ley de la gravitación universal.

Con todo, son muchos los lectores que han ido más allá y han concluido que la selección natural es algo trivial y obsoleto, o, en el mejor de los casos, algo cuya importancia es una incógnita. (Aunque, todo sea dicho de paso, los primeros en desarrollar la teoría de la complejidad, como Kauffman y Murray Gell-Mann, sienten horror ante semejantes extrapolaciones). A modo de ejemplo, esta carta al director enviada a la redacción del *New York Times Book Review* habla por sí misma:

Gracias a los recientes avances en la dinámica no lineal, en la termodinámica del no-equilibrio y otras disciplinas en la frontera que separa la biología y la física, hay razones para creer que el origen y la evolución de la vida acabará por ser cimentada en una firme base científica. A medida que nos hemos ido acercando al siglo XXI, los dos grandes faros del siglo XIX, Marx y Freud, han sido definitivamente depuestos de sus pedestales. Ahora, ha llegado el momento culminante de liberar también al debate evolutivo de la esclavitud anacrónica y acientífica que impone el culto darwinista^[13].

El autor de esta carta debió de haber razonado del modo siguiente: siempre se ha tratado a la complejidad como la huella que deja tras de sí la acción de la selección natural, pero, en la actualidad, en cambio, se puede explicar mediante la teoría de la complejidad; por tanto, la selección natural ha quedado obsoleta. Pero ese razonamiento se basa en un juego de palabras. La «complejidad», que tanto impresiona a los biólogos, no es sólo un orden o estabilidad antiguos. Los organismos no son sólo gotas cohesionadas, hermosas espirales o cuadrículas ordenadas, son máquinas, y su «complejidad» es la de su *diseño funcional y adaptativo*, es decir, la complejidad puesta al servicio de la consecución de un cierto resultado que es considerado interesante. Así el aparato digestivo no es sólo modelado, lo es como una línea de extracción de los nutrientes que llevan los tejidos que son ingeridos por un organismo. No hay conjunto de ecuaciones que, siendo aplicable a cualquier cosa desde las galaxias hasta la guerra en Bosnia, pueda explicar la razón por la cual los dientes se hallan en la boca y no en el oído. Y dado que los organismos son colecciones de aparatos digestivos, ojos y, otros sistemas organizados para alcanzar ciertas metas, no bastan ni son suficientes las leyes generales de los sistemas complejos. La materia sencillamente no tiene una tendencia innata a organizarse en acelgas, osos pandas y mantis religiosas, por citar sólo unos ejemplos. De ahí que la selección natural sea aún la única teoría que explica cómo la complejidad *adaptativa*, y no una antigua complejidad cualquiera, puede surgir, porque es la única teoría progresiva —sin recurrir para nada a una suspensión de la ley natural—, en la que «*el modo en que funciona algo*» desempeña un papel causal en el *cómo llega ese algo a ser*^[14].



Ante la ausencia de alternativas, casi *habría* que aceptar la selección natural como la explicación de la vida en este planeta, aunque careciéramos de cualquier prueba empírica. Pero podemos respirar aliviados porque las pruebas son arrolladoras. No me refiero sólo a las pruebas de que la vida evolucionó (algo que se halla más allá de toda duda razonable, por mucho que los creacionistas se empeñen en lo contrario), sino que evolucionó por medio de la selección natural. Darwin no dudó en señalar el poder que tenía la cría selectiva en la modelación de los organismos, y era para él un análogo directo de la selección natural en los quehaceres humanos. Por ejemplo, las diferencias entre los perros —chihuahuas, galgos, terriers, perros de San Bernardo— proceden de la cría selectiva de lobos aplicada durante unos pocos miles de años. En las granjas, en los laboratorios y en los invernaderos que tienen las empresas que fabrican semillas, la selección artificial ha dado lugar a catálogos de organismos nuevos y maravillosos que harían las delicias del doctor Seuss^[*] [15].

La selección natural es así mismo fácilmente observable en la vida salvaje. En un ejemplo ya clásico que arranca en el Manchester del siglo XIX, la polilla blanca dio paso a una forma murante de color oscuro que imitaba el hollín que cubría el líquen sobre el cual se posaba, de modo que los individuos de la variante blanca resultaban más visibles a sus depredadores, las aves. Cuando, durante la década de 1950, la legislación contra la contaminación medioambiental comenzó a surtir efecto en el líquen, la entonces escasa población de polillas blancas se recuperó. Existen otros muchos ejemplos, y quizá los más agradables son los que ofrecen los trabajos realizados por Peter y Rosemary Grant. En parte, para elaborar la teoría de la selección natural, Darwin se inspiró en las trece especies de pinzones que habitan en las islas Galápagos. Estas especies estaban claramente emparentadas con las que vivían en la tierra firme de América del Sur, pero diferían de estas últimas así como entre las aves de las distintas islas. Más en concreto, sus picos se asemejaban a diferentes tipos de pinzas: en una isla habían desarrollado picos gruesos y fuertes para romper semillas y nueces, en otra los picos eran más pequeños para facilitar la captura de insectos, en otras el pico servía para alimentarse de frutos y flores, y había algunas especies que utilizaban las espinas de los cactus para capturar gusanos. Finalmente, Darwin razonó que un cierto tipo de ave debió de haber llegado hasta las islas y luego se diferenció en las trece especies existentes respondiendo a las exigencias de los diferentes tipos de vida en las distintas partes de las islas, como eran, por ejemplo, descortezar los árboles para comerse los insectos, extraer el néctar de las flores de los cactus o romper las semillas que tenían cascaras gruesas. Darwin perdió incluso la esperanza de ver actuar la selección natural a tiempo real: «No vemos ninguno de estos lentos cambios avanzar, hasta que la mano del tiempo ha marcado el transcurso de las edades». El matrimonio Grant, en cambio, se dedicó pacientemente a medir el tamaño y el grosor de las semillas en las diferentes partes de

las Galápagos en distintas épocas del año, la longitud de los picos de los pinzones, el tiempo que tardaban en romper las semillas, las poblaciones y las edades de estas aves en las distintas partes de las islas, etc.; es decir, toda variable que estuviera relacionada de un modo u otro con la selección natural. Las medidas obtenidas demostraron que los picos habían evolucionado siguiendo los cambios en la disponibilidad de las diferentes clases de semillas, permitiendo un análisis secuencia a secuencia de un filme que Darwin sólo pudo imaginar. La selección en acción es aún más espectacular entre los organismos de reproducción más rápida, dada la existencia del riesgo real que suponen los insectos resistentes a los pesticidas, las bacterias resistentes a los antibióticos y la resistencia del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) en un mismo paciente.

Además, dos de los prerequisites de la selección natural —la existencia de suficiente variación y de suficiente tiempo— se hallan presentes para que sea operativa. Las poblaciones de organismos que viven de forma natural mantienen una enorme reserva de variación genética que sirve de materia prima para la selección natural. Y la vida ha dispuesto de más de tres mil millones de años para evolucionar en la tierra, si bien según una estimación reciente la vida compleja ha empleado sólo mil millones de años. En *El origen del hombre*, Jacob Bronowski escribió:

Recuerdo que acababa de ser padre y mecía la cuna de mi primera hija, que por entonces tenía sólo cuatro o cinco días de edad, y me asaltó el siguiente pensamiento: «Qué dedos tan maravillosos, con cada una de sus articulaciones tan perfecta, basta las uñas lo son. No hubiera sido capaz de diseñar esos detalles ni en un millón de años». Pero lo cierto es que en realidad me llevó un millón de años, el millón de años que tardó la humanidad... en alcanzar su presente estadio de evolución^[16].

Por último, dos tipos de modelación formal han demostrado que la selección natural es operativa. Las pruebas matemáticas que aporta la genética de poblaciones demuestran cómo los genes que se combinan siguiendo las leyes de la genética mendeliana pueden cambiar de frecuencia sometidas a la presión de la selección. Estos cambios pueden producirse de una forma impresionantemente rápida. Si un instante tiene sólo un uno por ciento más de descendientes que sus rivales, puede aumentar su representación en una población desde un 0,1 por ciento inicial a un 99,9 por ciento en sólo cuatro mil generaciones. Un hipotético ratón sometido a una presión de selección para incrementar su tamaño tan débil que resulte prácticamente inmedible podría, no obstante, evolucionar hasta alcanzar el tamaño de un elefante en tan sólo unas doce mil generaciones.

En una fecha más reciente, las simulaciones llevadas a cabo con ordenadores en la disciplina de Vida Artificial han demostrado la capacidad que la selección natural tiene para hacer evolucionar a los organismos con adaptaciones complejas. Y qué mejor demostración podríamos proponer que el ejemplo, preferido por todos, de una adaptación compleja como es el ojo. Los informáticos Dan Nilsson y Susanne Pelger simularon una lámina virtual de tres capas de piel que se asemejaba a un punto

sensible a la luz en un organismo primitivo. Se trataba de un simple emparedado hecho con una capa de células pigmentadas en la base, una capa de células sensibles a la luz encima y una capa de células translúcidas que formaban una cobertura protectora. Las células translúcidas podían sufrir mutaciones aleatorias en su índice de refracción, es decir, en su aptitud para curvar la luz, que en la vida real suele estar en correspondencia con la densidad. Todas las células podían sufrir pequeñas mutaciones que afectaban a su tamaño y grosor. En la simulación, se permitía a las células de la lámina que imitaran aleatoriamente, y tras cada ronda de mutaciones el programa calculaba la resolución espacial de una imagen proyectada en el interior de la lámina por un objeto próximo. Si una tanda de mutaciones mejoraban la resolución, las mutaciones eran conservadas como el punto de partida para la siguiente ronda, como si la lámina perteneciera a un linaje de organismos cuya supervivencia dependiera de reaccionar frente a los depredadores que los amenazan. Al igual que en la evolución real, no había plan director ni calendario de ejecución del proyecto. El organismo no podía contentarse con un detector menos efectivo a corto plazo aun cuando su paciencia se hubiese visto recompensada por la obtención del mejor de los detectores concebibles a largo plazo. Cada cambio tenía que ser una mejora.

De modo satisfactorio, el modelo evolucionó hasta formar un ojo complejo en la pantalla del ordenador. La lámina se abombó y luego se hizo cóncava adoptando la forma de una copa; la capia transparente se hizo más gruesa hasta llenarla y dio lugar a una protuberancia que formó una córnea. En el interior del relleno más claro, una lente esférica con un alto índice de refracción apareció en el lugar correcto, asemejándose en todos sus detalles más sutiles al excelente diseño óptico de un ojo de pez. Para calcular cuánto tiempo real, y no del ordenador, había empleado el proceso de formación de ese ojo, Nilsson y Pelger avanzaron unas previsiones pesimistas acerca de la herencia, la distribución de la variación en la población y el tamaño de la ventaja selectiva, y forzaron aún las mutaciones para que en cada generación tuvieran lugar sólo en una parte del «ojo». Sin embargo, la secuencia entera en el transcurso de la cual una lámina plana de carne se convertía en un ojo complejo equivalía sólo a cuatrocientas mil generaciones, lo cual no deja de ser un instante si se considera en relación al tiempo geológico^[17].



He pasado revista a la defensa moderna de la teoría de la selección natural precisamente porque son muchos quienes le son hostiles. No me refiero a los fundamentalistas ultraconservadores de los estados que forman el llamado «Bible Belt» sino a los catedráticos de las universidades norteamericanas más distinguidas de una costa a otra, de cuyas bocas he escuchado con reiteración objeciones como que la teoría es circular; para qué sirve un semiojo; cómo puede surgir la estructura a

partir de una mutación aleatoria; no ha transcurrido el suficiente tiempo; Gould la ha descartado; la teoría de la complejidad sólo acaba de hacer su aparición y la física no tardará mucho en demostrar que la teoría está obsoleta.

Podríamos decir que la gente desea desesperadamente que el darwinismo sea falso. El diagnóstico que Dennett realiza en su obra *La peligrosa idea de Darwin* consiste en hacer ver que la selección natural implica que no existe ningún plan para el universo, incluyendo en él a la naturaleza humana. Sin duda es una razón, aunque otra es que quienes estudian la mente prefieren no tener que pensar en el modo en que evolucionó, porque hacerlo arruina teorías que se tienen en alta consideración. Varios especialistas han afirmado que la mente se halla innatamente equipada con unos cincuenta mil conceptos (entre ellos, «carburador» y «trombón»); que las limitaciones de capacidad impiden que el cerebro humano solucione problemas que son resueltos de forma rutinaria por las abejas; que el lenguaje está diseñado para la belleza más que para el uso; que los individuos de las tribus que matan a sus hijos recién nacidos lo hacen para proteger al ecosistema de la sobrepoblación humana; que los niños abrigan un deseo inconsciente de copular con sus madres; y que es igual de fácil condicionar a las personas para que disfruten con el pensamiento de que su cónyuge les es infiel que hacer que se sientan desquiciadas por ese mismo pensamiento. Cuando se les advierte de que estas afirmaciones son, desde un punto de vista evolutivo, improbables, pasan a atacar inmediatamente la teoría de la evolución en lugar de dedicarse a repensar la afirmación que han hecho. Pero los esfuerzos realizados desde el medio académico para impugnar el darwinismo son realmente notables^[18].

Una de estas afirmaciones hace de la ingeniería inversa, el intento, por decirlo lisa y llanamente, de descubrir las funciones de los órganos (que, insisto, debe aplicarse a la mente humana), el síntoma de una enfermedad denominada «adaptacionismo». En apariencia, si se cree que cualquier aspecto de un organismo tiene una función, se debe creer de modo absoluto que todos y cada uno de los aspectos tienen una función, es decir, que los monos, por ejemplo, tienen un pelaje oscuro para esconderse entre los cocoteros. El genetista Richard Lewontin, ha definido el adaptacionismo como «aquél enfoque de los estudios evolutivos que, sin aducir la menor prueba, supone que todos los aspectos de la morfología, la fisiología y el comportamiento de los organismos son soluciones adaptativas óptimas a los problemas»^[19]. Huelga decir que no existe alguien que sea insensato hasta tal punto. Una persona en su sano juicio cree que un órgano complejo es una adaptación, es decir, un producto de la selección natural, al tiempo que cree también que los rasgos distintivos de un organismo, que no son órganos complejos, son productos de la deriva o un subproducto de alguna otra adaptación. Todos reconocen, por ejemplo, que el color rojo de la sangre no fue seleccionado por sí mismo, sino que es un subproducto de la selección hecha en favor de una molécula que transporta oxígeno, la cual resulta ser precisamente roja. Ello no

implica que la aptitud de un ojo para ver fuese fácilmente un subproducto de la selección operando en función de alguna otra cosa.

Tampoco existen necios ignorantes que no reconozcan que los animales son portadores del bagaje de sus antepasados evolutivos. Los lectores que sean lo bastante jóvenes para haber recibido una educación sexual en las escuelas, o lo suficientemente entrados en años para haber leído artículos sobre la próstata, posiblemente hayan reparado en que los conductos seminales en los hombres no van directamente desde los testículos hasta el pene, sino que serpentean, por decirlo así, a través del cuerpo y pasan por encima de la uretra antes de volver a descender. Esto es así porque los testículos de nuestros antepasados reptiles se hallaban dentro de sus cuerpos. La temperatura del cuerpo de los mamíferos era demasiado alta para que los testículos pudieran producir el esperma, de modo que fueron bajando gradualmente hacia el escroto. La selección natural no ha disfrutado de la previsión —como si fuera un jardinero cuya manguera se le va enrollando en el tronco de un árbol— necesaria para planificar el camino más corto. Una vez más, eso no significa que el ojo en su conjunto fuese un bagaje filogenético del todo inútil^[20].

De modo análogo, dado que los adaptacionistas creen que las leyes de la física no *bastan* para explicar el diseño de los animales, han imaginado así mismo que tienen prohibido desde *siempre* apelar a las leyes de la física para explicar *algo*. En cierta ocasión, un acérrimo crítico de Darwin me interpeló diciendo: «¿Por qué razón ningún animal ha desarrollado la capacidad de desaparecer y reaparecer de forma instantánea en algún otro lugar, o convertirse en un King Kong a voluntad (o hacerse lo bastante grande para atemorizar a sus depredadores)?». Creo que es correcto afirmar que los enunciados, «no ser capaz de convertirse a voluntad en King Kong» y «ser capaz de ver», apelan a dos tipos de explicaciones diferentes.

Otra de las acusaciones contra la selección natural hace de ella un estéril ejercicio narrativo que realiza cuando todo ya ha sucedido. Pero si eso fuese cierto, la historia de la biología sería un cenagal de vana especulación, en la que el progreso científico hubiera tenido que aguardar hasta la aparición de los ilustrados antiadaptacionistas de nuestros días. Lo cierto es que parece suceder justo lo contrario, y en este sentido Mayr, el autor de una historia precisa y definitiva de la biología, no dudó en escribir:

La pregunta adaptacionista, «¿cuál es la función de una estructura u órgano dados?», ha sido durante siglos la base para cualquier avance en la fisiología. De no haber sido por el programa adaptacionista, probablemente aún no conoceríamos cuáles son las funciones del timo, el páncreas, el hígado, la hipófisis y la glándula pineal. La pregunta que formuló Harvey, «¿por qué tienen válvulas las venas?», fue un peldaño importante en su descubrimiento de la circulación de la sangre^[21].

Desde la forma del cuerpo de un organismo hasta la forma de sus moléculas proteínicas, todo cuanto hemos aprendido en biología proviene de una comprensión, implícita o explícita, de que la complejidad organizada de un organismo está al servicio de su supervivencia y reproducción. Esto incluye lo que hemos aprendido de

los subproductos no-adaptativos, porque sólo pueden hallarse en el transcurso de una investigación orientada a dilucidar las adaptaciones. Es la escueta afirmación de que un rasgo distintivo es un producto oportuno de la deriva o de cierta dinámica precariamente comprendida que es inverificable y *post hoc*.

A menudo he escuchado cómo se afirmaba que los animales, al fin y al cabo, no están bien diseñados, que la selección natural adolece de imprevisión, de que el pasado es como una *main morte* con abrumadoras restricciones sobre qué tipo de estructuras son posibles tanto desde un punto de vista biológico como físico; que a diferencia de un ingeniero humano, la selección es incapaz de crear un buen diseño. De modo que los animales son sólo ruidosas máquinas cargadas de viejos artilugios que de vez en cuando dan casualmente con soluciones utilizables y duraderas.

Las personas están tan ansiosas de creer en una afirmación como ésta, que en raras y contadas ocasiones la piensan de un modo profundo o comprueban los hechos que en ella se afirman. ¿Dónde podemos encontrar ese prodigioso ingeniero humano que *no* está limitado por la disponibilidad de las partes, por la elaboración factible y las leyes de la física? Desde luego, la selección natural no tiene la previsión de los ingenieros, pero limitarse a afirmarlo es un arma de doble filo: no dispone de sus bloques mentales, de su imaginación empobrecida, pero tampoco de su conformidad a las sensibilidades aburguesadas y a los intereses de la clase dominante. Al guiarse sólo por lo que es operativo, la selección natural puede dirigirse hacia soluciones creativas. Durante milenios, los biólogos han descubierto para su propio asombro y delicia las ingeniosas invenciones del mundo vivo: la perfección biomecánica de las onzas, la visión en infrarrojo de las serpientes, el vuelo orientado por sonar de los murciélagos, la superadherencia de los percebes, la seda resistente como el acero de las arañas, las docenas de formas de asir que tiene la mano humana, la maquinaria de reparación del ADN en todos los organismos complejos. Al fin y al cabo, la entropía y las fuerzas más maliciosas, como los depredadores y los parásitos, asaltan constantemente el derecho de un organismo a vivir y no son propensos a mostrarse indulgentes con su ingeniería^[22].

Y muchos de los ejemplos aducidos como prueba del mal diseño existente en el reino animal resultaban ser antiguos cuentos de viejas. Pongamos por caso la observación, hecha en un libro por un célebre psicólogo de la escuela cognitivista, de que la selección natural ha sido incapaz de eliminar las alas en algunas aves, razón por la cual los pingüinos todavía tienen alas aunque no puedan volar. Esta afirmación es doblemente falsa. La moa gigante (*Diornis máxima*, que vivía hasta hace poco en Nueva Zelanda) no tenía rastro alguno de alas y los pingüinos utilizan sus alas para volar, pero bajo el agua. Michael French llama la atención sobre este hecho en su manual de ingeniería, sirviéndose para ello de un ejemplo más conocido:

Una vieja broma consistía en decir que un camello es un caballo diseñado por una comisión, aunque en ella se incurría en una grave injusticia con una espléndida criatura, al tiempo que concedía demasiado crédito a la capacidad creativa de las comisiones, puesto que un camello no es ninguna quimera, ninguna extraña

colección de fragmentos, sino un diseño elegante de los mejor formados. En la medida en que podemos juzgarla, cada parte está ideada para adecuarse al difícil papel del todo: un gran animal herbívoro que vive en climas extremos, con vegetación y agua muy escasas. La especificación para diseñar un camello, de haber sido puesta por escrito, sería: resistencia, en términos de actividad, economía de combustible y adaptación a terrenos difíciles y temperaturas extremas, y el hecho de que el diseño que la satisface parezca excepcional no tendría por qué sorprendernos. Sin embargo, cada rasgo distintivo del camello lo es así mismo de una de sus piezas como, por ejemplo, las amplias pezuñas de las patas que sirven para distribuir la carga, las nudosas rodillas que derivan de algunos de los principios de diseño expuestos en el **capítulo 7** [cojinetes y espigas], la giba que sirve para almacenar la comida y el perfil característico de los labios, tienen una congruencia que deriva de la función y otorga a toda la creación un sentido del estilo y cierta elegancia extraña, que la hermosa rítmica con la que se mueve al galopar corrobora^[23].

Cierto es que la evolución está limitada por los legados de los antepasados y los tipos de maquinaria que se pueden desarrollar con proteínas. Las aves no hubieran podido desarrollar propulsores, aun en el caso de que éstos hubiesen sido ventajosos. Con todo, muchas de las cosas que se hacen pasar por limitaciones biológicas son de hecho errores garrafales. Un científico, cognitivista, sostenía la opinión de que «muchas propiedades de los organismos, como la simetría, por ejemplo, nada tienen que ver, en realidad, con la selección específica, sino sólo con los modos en que las cosas pueden llegar a existir en el mundo físico». De hecho, casi todas las cosas existentes en el mundo físico *no* son simétricas, por razones obvias de probabilidad: entre todas las posibles disposiciones de un volumen de materia, sólo una diminuta fracción presenta simetrías. Incluso en el mundo de los seres vivos, las moléculas de la vida son asimétricas, como lo son el hígado, el corazón, el estómago, las platijas, los caracoles, las langostas, los robles, etc. La simetría está *plenamente* relacionada con la selección. Los organismos que se desplazan en línea recta tienen formas externas con simetría bilateral, porque de otro modo se moverían describiendo círculos. La simetría es tan improbable y difícil de lograr, que cualquier enfermedad o defecto puede romperla, y son muchos los animales que evalúan la salud de sus futuros compañeros reproductivos comprobando ínfimas asimetrías^[24].

Gould ha hecho hincapié en que la selección natural dispone sólo de una libertad limitada para modificar los planes básicos del cuerpo. Gran parte de los tubos, los circuitos y la arquitectura de los vertebrados, por ejemplo, han permanecido inalterados durante centenares de millones de años, y es de suponer que provienen de recetas embriológicas que no pueden ser fácilmente corregidas. Pero en el plan que define el cuerpo de los vertebrados han encontrado acomodo organismos tan distintos como vacas, colibríes, osos hormigueros, avestruces, sapos, jerbos, caballitos de mar, jirafas y ballenas oreas. Las similitudes importan, ¡pero las diferencias son también importantes! Las restricciones de desarrollo sólo rigen en amplias clases de opciones, y no pueden, por sí mismas, forzar la existencia de un órgano funcional. Una limitación embriológica que fuese «desarrollarás alas», sería un completo absurdo. La amplia mayoría de las masas de carne animal no satisface las exigencias restrictivas de la ingeniería que posibilitan, por ejemplo, el vuelo, de ahí que sea casi improbable que las células, al deslizarse y chocar entre sí en las capas microscópicas de un

embrión en pleno desarrollo, estén obligadas a alienarse formando los huesos, la piel, los músculos y las plumas que presenta la arquitectura idónea para que el ave vuele, a no ser que, ciertamente, la historia de los éxitos y los fracasos del cuerpo como un todo haya modelado el programa de desarrollo para producir ese resultado.

La selección natural no debería medirse respecto a las limitaciones de desarrollo, genéticas o filogenéticas, considerando que cuanto más importante es una de ellas, menos importantes son las demás. Oponer selección a limitaciones es una dicotomía verbal, con unos efectos tan demoledores para el pensamiento lúcido como lo es la dicotomía entre innatismo y aprendizaje. La selección natural sólo puede seleccionar a partir de alternativas que se han desarrollado como materia viva basada en el carbono, pero teniendo presente que si hubiera ausencia de selección, la misma materia simplemente daría lugar con idéntica facilidad tanto a un tejido protuberante, a excrecencias, a tumores, a verrugas, a simples cultivos de tejidos y al trémulo protoplasma amorfo, como a órganos que tienen funciones. En consecuencia, la selección y las limitaciones son importantes por un igual, pero una y otras son respuestas a preguntas diferentes. La pregunta «¿por qué tiene este ser concreto tal y tal órgano?» carece en sí misma de sentido, y sólo se puede plantear cuando va seguida de una frase comparativa. Así, a la pregunta ¿por qué tienen alas las aves (y no propulsores)?, se respondería diciendo que no cabe desarrollar un vertebrado con propulsores; o a la cuestión ¿por qué tienen alas las aves (y en cambio no tienen extremidades delanteras, manos o brazos)?, respondería afirmando que la selección favoreció a los antepasados de las aves que podían volar.

Otra idea falsa y muy extendida es que si un órgano cambiaba de función en el curso de la evolución, entonces ello significaba que no evolucionaba por selección natural. En favor de esta falsa idea se ha aducido en innumerables ocasiones el descubrimiento de que las alas de los insectos originariamente no se utilizaban para la locomoción. Como una historia que corre de boca en boca, ese descubrimiento acabó por mutar y contarse del siguiente modo: las alas evolucionaron para desempeñar alguna otra función, pero sucedió que estaban perfectamente adaptadas para volar y, un buen día, los insectos simplemente decidieron servirse de ellas para volar; así la evolución de las alas de los insectos refutaría la tesis de Darwin, porque deberían haber evolucionado de forma gradual y, en tal caso, una semiala no les hubiera servido para nada. O bien, las alas de las aves en su origen no se utilizaban para la locomoción (probablemente una evocación errónea de otro hecho, a saber, que las primeras plumas evolucionaron no para volar, sino para garantizar el aislamiento térmico del cuerpo). Basta con pronunciar la frase «la evolución de las alas»... para que el público asienta aquiescente con la cabeza, completando por su cuenta de forma callada la argumentación antiadaptacionista.

¿Cómo puede alguien afirmar que un órgano cualquiera fue seleccionado según la función que desempeña en la actualidad? Tal vez evolucionó para alguna otra cosa y el animal lo *usa* únicamente ahora para esa otra función, como nos servimos de la

nariz para sostener las gafas; entonces, ¿a qué vienen todos esos dislates acerca de las alas de los insectos (¿o eran las alas de las aves?), por todos conocidos?

A continuación expondré lo que descubrimos al cotejar los hechos. Muchos órganos que vemos en la actualidad han mantenido su función original. El ojo siempre fue un ojo, desde que era un punto sensible a la luz, hasta que llegó a ser el glóbulo ocular que enfoca la imagen. Otros cambiaron de función. En modo alguno se trata de un descubrimiento nuevo. Darwin ya había propuesto muchos ejemplos, como en el caso de las aletas pectorales de los peces que se convierten en las patas delanteras de los caballos, las aletas de las ballenas, las alas de las aves, las garras en forma de paletas excavadoras de los topos y los brazos de los seres humanos. En la época de Darwin, las similitudes eran una potente prueba a favor de la evolución, y aún en la actualidad lo son. Darwin mencionó así mismo cambios en la función para explicar el problema de «los estados incipientes de estructuras útiles», presentes de forma permanente en quienes defienden posiciones creacionistas. ¿De qué modo puede un órgano complejo evolucionar de modo progresivo cuando sólo la forma final es útil? La mayoría de las veces la premisa de la ausencia de uso es errónea. Por ejemplo, los ojos que, en parte, habían evolucionado tenían una visión parcial, lo cual era mejor que carecer por completo de visión. Pero, a veces la respuesta consiste en sostener que antes de que un órgano fuera seleccionado para asumir su forma actual, estaba adaptado para alguna otra función, pasando entonces por un estadio intermedio en el que realizaba ambas funciones. La delicada cadena de los huesos del oído medio en los mamíferos (martillo, yunque y estribo), empezaron formando parte de la articulación de las mandíbulas de los reptiles. Algunos huesos servían tanto como charnelas de las mandíbulas como transmisores de la vibración. Eso inició entonces la progresiva especialización de los huesos como transmisores de sonido, lo cual hizo que los huesos se contrajeran y adoptaran su actual forma, y desempeñaran el papel que tienen. Darwin denominó a las formas más tempranas «preadaptaciones», aunque hacía hincapié en que la evolución no anticipa en modo alguno el modelo que llegará a ser el adoptado.

La evolución de las alas de las aves no encierra ningún misterio. Una semiala sin duda no permitía volar como lo hace un águila, pero, en cambio, sí permitía planear o saltar y descender lentamente de los árboles (como lo hacen muchos animales) y también permitía saltar o despegar del suelo a intervalos mientras el animal corría, como lo hace un pollo que intenta escapar de la granjera que le persigue. Los paleontólogos discrepan acerca de cuál es el estadio intermedio que mejor sustentado queda por los hallazgos fósiles y las evidencias aerodinámicas, aunque un creacionista o un científico social no encontrarán nada que les pueda servir de consuelo^[25].

La teoría de la evolución de las alas de los insectos propuesta por Joel Kingsolver y Mimi Koehl, lejos de ser una refutación del adaptacionismo, es uno de sus momentos más destacados. Los animales pequeños de sangre fría, como son los

insectos, se esfuerzan por regular su temperatura. La alta proporción de superficie en relación al volumen hace que se calienten y enfríen con rapidez. (Ésa es la razón por la cual durante los meses fríos del año no haya insectos en el exterior, o dicho de otro modo, que el invierno sea el mejor insecticida). Tal vez las incipientes alas de los insectos evolucionaron inicialmente como placas solares ajustables, que absorbían la energía solar cuando hacía más frío y liberaban el calor cuando el ambiente se hacía más cálido. Al aplicar los análisis termodinámico y aerodinámico, Kingsolver y Koehl demostraron que las protoalas que eran demasiado pequeñas para permitir el vuelo eran termointercambiadores efectivos. A medida que se hacían más grandes, más efectivas eran al regular el calor, si bien alcanzaron un punto de rendimientos decrecientes. Ese punto se halla en la gama de tamaños en que aquellas placas podían servir como alas efectivas; una vez superado ese umbral, pasaban a ser cada vez más útiles para volar a medida que crecían cada vez más, hasta que alcanzaron el tamaño que presentan actualmente. La selección natural debió de haber presionado en favor de las alas mayores a lo largo de la gama de tamaños que va desde la ausencia de alas hasta las alas de los insectos actuales, con un cambio gradual de función en los tamaños intermedios^[26].

Por tanto, ¿cómo llegó a desvirtuarse ese trabajo en el relato extravagante, por no decir ridículo, de que, un buen día, un ancestral insecto despegó del suelo agitando aquellas placas solares inalteradas y que, desde entonces, el resto de los insectos lo han continuado haciendo? En parte se debe a una errónea comprensión del término que introdujo S. J. Gould, la *exaptation*^[*]; y que se refiere a la adaptación de un viejo órgano a una nueva función, (el término que usó Darwin es «preadaptación») o la adaptación de un no-órgano (fragmentos de hueso o tejido) a un órgano con una función. Muchos lectores lo han interpretado como una nueva teoría de la evolución que sustituye a la adaptación ya la selección natural^[27]. Baste con decir que no lo es. Una vez más, la razón se halla en el diseño complejo. De vez en cuando se puede recurrir a una máquina diseñada para cumplir una tarea complicada e improbable para que realice otra cosa más sencilla. Un libro de dibujos titulado *101 Usos para un ordenador obsoleto* mostraba ordenadores personales que pasaban a ser utilizados como pisapapeles, acuarios, anclas para embarcaciones, etc. El humor reside en el hecho de que la tecnología sofisticada queda relegada a una humilde función que pueden cumplir aparatos más toscos. Pero, en todo caso, nunca veremos un libro de dibujos que se titule *101 Usos para un pisapapeles obsoleto* que muestre cómo se puede usar uno de estos objetos como un ordenador. Y lo mismo cabe decir de la *exaptación* en el mundo de los seres vivos. Por motivos de ingeniería, las posibilidades son contrarias a que un órgano diseñado para un propósito sea utilizable para otro, a menos que este nuevo propósito sea bastante más sencillo. (Aun en este caso, habría que tener en cuenta que, por ejemplo, el sistema nervioso del animal a menudo tiene que adaptarse a aquel uso más sencillo para descubrir y mantener el nuevo uso que recibe). Si la nueva función resulta absolutamente difícil de realizar, la

selección natural tiene que haber renovado y reatroyado notablemente la parte afectada, como lo hizo cuando dio alas a los insectos. Por ejemplo, una mosca casera que no para de eludir la mano depredadora de un ser humano a punto de perder los nervios aminora su vuelo veloz, revolotea, salta y cambia de posición, vuela cabeza abajo, describe círculos y se posa en el techo, todo ello en menos de un segundo. Tal como señala un artículo titulado «The Mechanical Design of Insects Wings», «detalles sutiles de ingeniería y diseño, que ningún proyecto con perfil de ala elaborado por el hombre puede igualar, revelan de qué modo las alas de los insectos se hallan notablemente adaptadas a las piruetas acrobáticas que realizan estos insectos cuando vuelan». La evolución de las alas de los insectos es un argumento *en favor de* la selección natural y no contra ella. Un *cambio* en la presión selectiva no es lo mismo que la *no existencia* de presión selectiva^[28].

En el centro de todas estas argumentaciones se halla el tema del diseño complejo, y en él encuentran una excusa final quienes intentan despachar a Darwin. ¿No es la idea en su conjunto un poco pantanosa? Dado que nadie sabe a ciencia cierta el número de tipos de organismos posibles, ¿cómo se puede decir que una fracción infinitesimal de ellos tienen ojos? Tal vez la idea sea circular: las cosas que se denominan «adaptativamente complejas» son precisamente aquellas que se piensa que no podrían haber evolucionado de ningún otro modo más que por selección natural^[29]. Tal como escribió Noam Chomsky:

La tesis, por tanto, es que la selección natural es la única explicación física del diseño que cumple una función. Si es interpretada literalmente, no puede ser cierta. Pongamos por caso mi constitución física, incluyendo en ella la propiedad de tener una masa positiva. Es cierto que cumple cierta función, a saber, evita que salga despedido al espacio exterior y pase a estar a la deriva. Dicho lisa y llanamente, tiene una explicación física que nada tiene que ver con la selección natural. Lo mismo cabe decir de propiedades menos triviales, que el lector puede construir a discreción. De modo que no sabemos qué significa literalmente lo que decimos. En estas condiciones me resulta hartito difícil imponer una interpretación sin que se convierta en la tautología de afirmar que allí donde se han seleccionado organismos para satisfacer cierta función, el proceso es la selección^[30].

Las afirmaciones acerca del diseño funcional, al no poder enunciarse con precisión numérica, dejan un resquicio abierto al escepticismo, si bien bastará con pensar un poco las magnitudes involucradas para zanjarlo. Así, la selección no se invoca para explicar la mera utilidad, sino para explicar la utilidad *improbable*. La masa que, en la cita anterior, evitaba que Chomsky desapareciera en el espacio exterior no era una condición improbable, sea cual sea el modo en que se calculen las probabilidades. Las «propiedades menos triviales» —por poner sólo un ejemplo al azar, el ojo en los vertebrados— *son* condiciones improbables que son independientes del modo que se utilice para calcular las probabilidades. Baste con tomar una red de buzamiento y recoger objetos del sistema solar; remontémonos a la vida en el planeta hace unos mil millones de años y tomemos muestras de los organismos; tomemos una colección de moléculas y calculemos todas sus posibles configuraciones físicas;

dividamos el cuerpo humano según una rejilla definida por cubos de un centímetro. Calculemos, entonces, la proporción de las muestras que tienen masas positivas. Calculemos a continuación la proporción de muestras que pueden formar una imagen óptica. Habrá en las proporciones una diferencia que es significativa desde un punto de vista estadístico y es, precisamente, esa diferencia relevante lo que debe explicarse.

Llegados a este punto, puede que el crítico objete que el criterio —en este caso, «ver» frente a «no ver»— está planteado *a posteriori*, es decir, una vez sabemos qué animales pueden ver, y por tanto las estimaciones de la probabilidad carecen de sentido, pues son como la probabilidad infinitesimal de que, en una partida de póquer, se nos hubiese repartido la mano de cartas que resulta que nos ha sido repartida. Si bien es hartamente improbable que todos los pedazos de materia puedan ver, entonces también habría que concluir que la mayoría de pedazos de materia tampoco pueden *flern*, donde *flern* se define como la capacidad para tener el tamaño, la forma y la composición exactas que tiene, por ejemplo, la roca que, casualmente, acabo de recoger.

No hace mucho tiempo, tuve la oportunidad de visitar una exposición sobre arañas en la Smithsonian. Maravillado por la precisión de fina relojería de las articulaciones arácnidas, de los movimientos propios de una máquina de coser con los que trazan la seda de las hileras, la belleza y el ingenio de la telaraña, pensé: «¿Cómo puede ser que al ver algo así, haya alguien que no crea en la selección natural?». En ese mismo momento, una mujer que tenía a mi lado exclamó dirigiéndose hacia mí: «¿Cómo puede ser que al ver algo así alguien no crea en Dios?». Estábamos *a priori* de acuerdo en los hechos que necesitaban ser explicados, aunque disentíamos profundamente en el modo de explicarlos. Mucho antes de Charles Darwin, hubo teólogos como, por ejemplo, William Paley, que señalaron las maravillas de la ingeniería de la naturaleza como una prueba de la existencia de Dios. Darwin no se inventó los hechos a explicar, sólo la explicación.

Pero ¿a qué se debe, exactamente, que todos nos impresionemos tanto? Cualquiera de nosotros no tendría empacho en convenir que la constelación de Orion se parece a un enorme guerrero con un cinturón, pero ello no significa que necesitemos una explicación especial acerca de por qué las estrellas se alinean y disponen formando figuras que se parecen a guerreros que tienen un cinturón. Con todo, la intuición de que los ojos y las arañas presentan «diseños», y que las rocas y Orion no, puede descomponerse en criterios explícitos. Tiene que haber una estructura heterogénea, que las partes o los aspectos de un objeto son impredeciblemente diferentes entre sí. Y tiene que haber una unidad de función, que las diferentes partes se organicen para hacer que el sistema logre cierto efecto especial (especial porque es improbable para todos aquellos objetos que carecen de esa estructura, y especial porque beneficia a alguien o a algo). Si no nos es posible enunciar la función de un modo más económico que al describir la estructura, no existe diseño. Una lente

difiere de un diafragma, el cual a su vez difiere de un pigmento fotosensible, y ningún proceso físico que no esté orientado sería capaz de depositar a los tres en el mismo objeto, por no decir nada de lo que supone alinearlos perfectamente. Pero, de hecho tienen algo en común, y eso aclara la razón por la cual se hallan juntos en el ojo. En el caso de la roca que tiene la función *flern*, en cambio, describir la estructura y dar a conocer la *función* son una y la misma cosa. La noción de *función* no añade, en este caso, nada.

Y lo que es aún más importante, atribuir la complejidad adaptativa a la selección natural no es sólo un reconocimiento de la excelencia del diseño, cuyo esplendor se exhibe en los aparatos expuestos en el Museo de Arte Moderno, sino que la selección natural es una hipótesis falseable sobre el origen del diseño e impone requisitos empíricos que toda explicación debe cumplir. Recuérdese que funciona a partir de una competencia entre reproductores y, en este sentido, cualquier cosa que mostrara signos de diseño, pero sin ser el resultado de una larga línea de reproductores, no se explicaría mediante —y, en realidad, más bien refutaría— la teoría de la selección natural; considérense, si no, cuáles serían las explicaciones para la existencia de especies naturales carentes de órganos reproductivos; la existencia de insectos que crecieran como cristales de roca; la presencia de aparatos de televisión en la luna, la existencia, en el fondo del océano, de ojos diseminados por las corrientes que lo surcan y la existencia de cavernas modeladas como si fueran habitaciones de hotel en todos sus detalles, incluidas las perchas y las cubiteras para el hielo. Además, las funciones que son beneficiosas deben estar al servicio último de la reproducción. Un órgano puede ser diseñado para ver, para comer, para el apareamiento o para alimentar a la prole, aunque en todo caso mejor será que no haya sido diseñado para mayor belleza de la naturaleza, la armonía del ecosistema o la autodestrucción instantánea, pues finalmente, el beneficiario de la función tiene que ser el reproductor. En este sentido, Darwin señalaba que si, por ejemplo, los caballos hubieran evolucionado con sillas de montar, su teoría quedaría inmediatamente falseada.

A pesar de los rumores y la cultura popular, la selección natural continúa definiendo el núcleo mismo de la explicación en biología. Los organismos pueden entenderse sólo como interacciones entre adaptaciones, subproductos de adaptaciones y ruido. Los subproductos y el ruido no rigen las adaptaciones, pero no por ello nos dejan perplejos, incapaces de distinguirlos. Es precisamente aquello que hace tan fascinantes a los organismos —a saber, su diseño adaptativo improbable— lo que exige que se les aplique la ingeniería inversa a la luz de la selección natural. Los subproductos y el ruido, dado que se definen negativamente como inadaptaciones, también pueden descubrirse sólo a través de la ingeniería inversa.

Todo ello no es menos cierto en el caso de la inteligencia humana. Las principales facultades de la mente, con sus hitos que ningún robot es capaz de duplicar, son la demostración de la obra de la selección natural. Decir esto no equivale a afirmar que

cualquier aspecto de la mente sea adaptativo. Desde los rasgos distintivos inferiores como la lentitud y el ruido de las neuronas, hasta las actividades superiores como el arte, la música, la religión y los sueños, con todo ello esperamos encontrar actividades de la mente que no son adaptaciones en el sentido en el que, de ellas, hablan los biólogos. Pero, en cambio, *sí* significa que nuestra comprensión del modo en que la mente funciona quedará lamentablemente incompleta o será categóricamente falsa a menos que encaje en nuestra comprensión de cómo la mente evolucionó. A este tema dedicaré el resto del presente capítulo.

El programador ciego

Para empezar, ¿por qué evolucionó el cerebro? La respuesta se halla en el valor de la información, para cuyo procesamiento ha sido diseñado el cerebro.

Cada vez que compramos un periódico, pagamos por la información. Los teóricos de la economía experimental han explicado la razón por la que posiblemente lo hacemos: la información confiere un beneficio por el cual vale la pena pagar. La vida es una elección entre distintas jugadas. Al escoger una, se desvía a la derecha o a la izquierda en la bifurcación del camino que supone la elección: seguir con Rick o vivir con Víctor, sabiendo que ni una ni otra opción garantizan la fortuna o la felicidad; lo mejor que cabe hacer es apostar. En lo esencial, cada decisión en la vida equivale a elegir qué billete de lotería se compra. Digamos que un billete vale 1 dólar y tiene 1 contra 4 posibilidades de ganar 10 dólares. Por término medio, el apostante ganará 1,5 dólares por apuesta (10 dólares dividido por 4 es igual a 2,50 dólares, menos 1 dólar en concepto del coste que tiene el billete). El otro billete cuesta 1 dólar y tiene 1 contra 5 posibilidades de ganar 12 dólares. Por término medio, en este caso, el apostante ganará 1,4 dólares por apuesta. Los dos tipos de billetes se presentan, además, en cantidades iguales, y ninguno de los billetes presenta marcadas las probabilidades o las ganancias previstas. ¿Cuánto deberíamos pagar a una tercera persona para que nos dijera cuál es cuál? Deberíamos pagar 0,4 dólares. Sin información, el apostante tendría que escoger al azar, y cabría esperar obtener una ganancia media de 1,45 dólares. Si supiéramos cuál tenía la mejor rentabilidad media, sacaríamos un promedio de 1,5 dólares por apuesta, de modo que si pagásemos los 0,4 dólares ganaríamos 0,1 dólares en cada una.

La mayoría de los organismos no compran billetes de lotería, pero todos escogen entre opciones cada vez que sus cuerpos pueden moverse en más de un sentido. Tal vez quisieran «pagar» por la información —en tejido, energía y tiempo— si el coste fuera menor que el beneficio esperado en nutrientes, seguridad, oportunidades de apareamiento y otros recursos, todo ello, finalmente valorado en el número esperado

de descendientes que sobreviven. En los animales pluricelulares, el sistema nervioso recoge y traduce la información en decisiones rentables^[31].

A menudo, disponer de más información comporta mayor recompensa y salda su coste adicional. Si en algún punto del vecindario ha sido enterrado un cofre del tesoro, cualquier fragmento de información que lo sitúe en la parte septentrional o meridional del barrio será útil, al reducir a la mitad el tiempo que se dedicará a cavar. Un segundo fragmento, que informara del cuadrante en que se halla, sería aún más útil, etc. Cuantos más dígitos haya en las coordenadas, menos tiempo se despilfarrará cavando infructuosamente, de modo que deberíamos pagar gustosos por tener más piezas de información, hasta alcanzar el punto en que estando tan cerca del cofre no valga ya la pena pagar el coste que supone cualquier otra subdivisión. De modo análogo, si intentáramos abrir una cerradura de combinación, cualquier número que consiguiésemos reduciría las posibilidades entre las que escoger, y valdría la pena pagar su precio teniendo en cuenta el tiempo que ahorra. Por tanto, las más de las veces tener mayor información es mejor, hasta que se llega a un punto en que los rendimientos son decrecientes, y ésta es la razón por la que algunos linajes de animales han evolucionado desarrollando sistemas nerviosos cada vez más complejos.

La selección natural no puede dotar directamente a un organismo con la información sobre su entorno físico, o las redes computacionales, los demonios, los módulos, las facultades, las representaciones o los órganos mentales que procesan la información. Sólo puede seleccionar entre genes. Pero los genes construyen cerebros y, además, genes diferentes construyen los cerebros que procesan la información de modos diferentes. La evolución del procesamiento de la información ha de lograrse al nivel de los elementos prácticos de la selección de aquellos genes que afectan al proceso que define el ensamblaje del cerebro.

Muchos tipos de genes podrían ser los objetivos de la selección orientada a obtener un mejor procesamiento de la información. Los genes alterados podrían conducir a diferentes series de unidades proliferativas en las paredes de los ventrículos (las cavidades que se hallan en el centro del cerebro), que engendran las neuronas corticales que constituyen la materia gris. Otros genes facilitarían que las unidades proliferativas se dividiesen según diferentes series de ciclos, creando diferentes cantidades y tipos de áreas corticales. Los axones que conectan las neuronas pueden ser redirigidos cambiando los recorridos químicos así como los indicadores moleculares que persuaden a los axones para que sigan direcciones particulares. Los genes pueden cambiar las cerraduras y las llaves moleculares que incitan a las neuronas a conectarse entre sí. Tal como se contaba en un viejo chiste sobre cómo esculpir la estatua de un elefante (a saber, eliminar todos los fragmentos que no se asemejan para nada a un elefante), los circuitos neuronales pueden ser esculpidos programando ciertas células y sinapsis para que se suiciden siempre que se dé cierta señal. Las neuronas pueden activarse en diferentes momentos de la

embriogénesis, y sus pautas de activación, tanto las espontáneas como las programadas, pueden interpretarse en el sentido de la corriente de transmisión como información sobre cómo se interconectan las células cerebrales/Muchos de estos procesos interactúan en cascada. Por ejemplo, el aumento en tamaño de un área le permite competir mejor para asentarse en la corriente. La selección natural no se preocupa por lo rebuscado que sea el proceso de ensamblaje del cerebro, o de lo deplorable que sea el cerebro resultante. Las modificaciones se evalúan estrictamente sobre la base del buen funcionamiento de los algoritmos del cerebro que guían la percepción, el pensamiento y la acción del animal como un todo. Mediante estos procesos, la selección natural puede construir un cerebro que funcione cada vez mejor^[32].

Pero ¿la selección de variantes aleatorias podría realmente mejorar el diseño de un sistema nervioso? ¿O las variantes lo estropearían —al igual que sucede con un byte corrupto en un programa informático— y la selección simplemente preservaría los sistemas que no se estropean? Una nueva disciplina de la informática denominada «algoritmos genéticos» ha demostrado que la selección darwiniana crea un software cada vez más inteligente. Los algoritmos genéticos son programas que se duplican para elaborar múltiples copias, aunque con mutaciones aleatorias que hacen a cada una de ellas ligeramente diferentes. Todas las copias intentan resolver un problema; a las que mejor lo hacen, se les permite reproducirse para aportar las copias que intervendrán en la siguiente ronda. Pero ante todo, las partes de cada programa pasan por una ronda de mutaciones aleatorias, y las parejas de programas se relacionan sexualmente: cada uno se divide en dos y las mitades se intercambian. Tras muchos ciclos de computación, selección, mutación y reproducción, los programas que sobreviven son a menudo mejores que cualquier cosa que hubiera diseñado un programador humano^[33].

Más acordes con el modo en que evoluciona una mente, los algoritmos genéticos se han aplicado a las redes neuronales. Una red recibiría inputs de órganos sensoriales simulados y emitiría outputs, por ejemplo, a piernas simuladas y situadas en un entorno virtual, con «comida» diseminada y muchas otras redes que competirían por apropiársela. Aquellos que consiguen mayor cantidad de comida dejarán el mayor número de copias antes de que se inicie la siguiente ronda de mutación y selección. Las mutaciones son cambios aleatorios en las cargas de conexión, que a veces van seguidas por recombinación sexual entre las redes (canjeando algunas de sus cargas de conexión). Durante las primeras iteraciones, los «animales» —o, como a veces se les denomina, los «animares»— pululan al azar por el terreno, encontrando de vez en cuando casualmente una fuente de alimentación. Pero a medida que evolucionan irán directamente de una fuente de alimentación a otra. En realidad, una población de redes que desarrolla cargas de conexión innatas a menudo tiene un rendimiento mejor que una única red neuronal que las aprende. Eso es especialmente cierto en las redes con múltiples capas ocultas, como seguramente tienen los animales complejos, sobre

todo, los seres humanos. Si una red sólo puede aprender, y no evolucionar, la señal pedagógica medioambiental se diluye a medida que se retropropaga a las capas ocultas, y sólo puede aumentar y disminuir las cargas de conexión en cantidades minúsculas. Pero si una población de redes puede evolucionar, aun cuando no pueda aprender, las mutaciones y las recombinaciones reprograman directamente las capas ocultas, y catapultan la red a una combinación de conexiones innatas que esté mucho más próxima al umbral óptimo. Entonces, la estructura innata es seleccionada^[34].

La evolución y el aprendizaje pueden así mismo avanzar simultáneamente, con una estructura innata que evoluciona en un animal que también aprende. Una población de redes puede ser equipada con un algoritmo de aprendizaje genérico y se le puede permitir que desarrolle las partes innatas, aquellas que el diseñador de la red por lo común habría incorporado a ojo de buen cubero, por tradición o por el procedimiento de prueba y error. Las especificaciones innatas incluyen cuántas unidades hay, cómo se conectan, cuáles son las cargas de conexión iniciales y cuánto tienen que ser aumentadas o reducidas las cargas en cada episodio de aprendizaje. La evolución simulada da a las redes una gran ventaja en sus carreras de aprendizaje.

De este modo la evolución puede guiar el aprendizaje en las redes neuronales. Resulta sorprendente que el aprendizaje guíe también la evolución. Recordemos el estudio que Darwin realizó de los «estadios incipientes de estructuras útiles», dicho con otros términos, qué beneficios supone tener un semiojo. Los teóricos de la red neuronal Geoffrey Hinton y Steven Nowlan idearon un ejemplo astuto. Imaginemos a un animal que es controlado por una red neuronal con unas veinte conexiones, cada una de ellas con dos estados, uno excitativo (activado) y otro neutro (desactivado). Con todo, la red carece de utilidad a menos que todas las veinte conexiones se hayan establecido de forma correcta. No sólo no es bueno tener la mitad de una red, tampoco lo es tener el noventa y cinco por ciento de una. En una población de animales, cuyas conexiones se determinan por mutación aleatoria, un mutante más adaptado, con todas las conexiones correctas, sólo surge una vez entre cada millón (2^{20}) de organismos genéticamente distintos. Lo que es aún peor, la ventaja se pierde de inmediato si el animal se reproduce sexualmente, porque tras haber hallado la combinación mágica de cargas, las canjea perdiendo la mitad de ellas. En las simulaciones que hicieron de este escenario, la red no adaptada siempre evolucionaba^[35].

Pero examinemos ahora una población de animales cuyas conexiones pueden presentarse en tres formas: innatamente activadas, innatamente desactivadas o bien activables o desactivables por aprendizaje. Las mutaciones determinan cuál de las tres posibilidades (activado, desactivado, aprendible) tiene una conexión determinada cuando nace el animal. En estas simulaciones de un animal tipo medio, casi la mitad de las conexiones son aprendibles, mientras que la otra mitad puede estar activada o desactivada. El aprendizaje opera como sigue: cada animal, mientras vive, pone aleatoriamente a prueba ajustes para las conexiones aprendibles hasta que da con una

combinación mágica. En la vida real se traduciría en averiguar cómo dar caza a una presa o cómo romper la cascara de una nuez, pero, sea lo que sea, el animal percibe que le son favorables y retiene esos ajustes, y cesa el proceso de prueba y error. A partir de entonces disfruta de un ritmo más alto de reproducción. Cuanto más pronto en su vida el animal adquiera los ajustes adecuados, más tiempo tendrá para reproducirse en conformidad con ese ritmo más alto.

Ahora bien, en esos aprendizajes que se desarrollan o desarrolladores de aprendizaje, el hecho de tener menos que el cien por cien de la red correcta es una ventaja. Consideremos a todos los animales con diez conexiones innatas. Casi uno por cada mil (2^{10}) tendrá las diez correctas. (Recordemos que sólo uno entre un millón de animales que *no* aprendían, tenía todas las veinte conexiones innatas correctas). Ese animal bien dotado tendrá cierta probabilidad de alcanzar la red completamente correcta a través del aprendizaje de las otras diez conexiones; si tiene un millar de oportunidades para aprender, es muy probable que tenga éxito. El animal que tiene éxito se reproducirá antes y, por ende, más a menudo. Y entre sus descendientes, hay ventajas para aquellas mutaciones que hacen que las conexiones sean innatamente cada vez más correctas, dado que al contar desde un principio con conexiones mejores, les lleva menos tiempo aprender el resto, y las posibilidades de que pasen por la vida sin haberlas aprendido son menores. En las simulaciones hechas por Hinton y Nowlan, las redes desarrollaban conexiones cada vez más innatas. Las conexiones, sin embargo, no llegaban nunca a ser completamente innatas. A medida que un número cada vez mayor de conexiones quedaban fijadas, la presión selectiva para fijar el resto disminuía, porque al reducirse las conexiones por aprender, cada organismo tenía la garantía de aprenderlas rápidamente. El aprendizaje conduce así a la evolución de lo innato, pero no al completo innatismo.

Hinton y Nowlan, cuando presentaron los resultados de sus simulaciones por ordenador a una publicación especializada, recibieron como respuesta que se les habían adelantado hacía un siglo. El psicólogo James Mark Baldwin había propuesto que el aprendizaje podía guiar la evolución precisamente del modo en que Hinton y Nowlan proponían, y crear así una ilusión de evolución lamarckiana sin que realmente fuera una evolución de tipo lamarckiano. Con todo, nadie había demostrado que esa idea, conocida como efecto Baldwin, en realidad funcionara. Hinton y Nowlan demostraron por qué podía funcionar. La aptitud para aprender altera el problema evolutivo al punto que, de buscar una aguja en un pajar, se pasa a buscar la misma aguja con alguien que nos dice cuándo estamos más cerca de encontrarla^[36].

El efecto Baldwin probablemente desempeñó un amplio papel en la evolución de los cerebros. Contrariamente a los supuestos estándares de las ciencias sociales, el aprendizaje no es ninguna cima de la evolución que fuera alcanzada sólo hace relativamente poco tiempo por los seres humanos. Todos los animales, salvo los más simples, aprenden. Tal es la razón por la cual las criaturas que no son complejas

desde un punto de vista mental como, por ejemplo, las moscas de la fruta y las lombrices de mar, se han convertido en los sujetos adecuados para la práctica de investigación de los neurocientíficos que buscaban la encarnación neuronal del aprendizaje. Si la aptitud para aprender estaba localizada en su sitio ya en un antiguo antepasado de los animales pluricelulares, podría haber guiado la evolución de los sistemas nerviosos hacia sus circuitos especializados, aun cuando los circuitos fueran tan intrincados que la selección natural no pudiera haberlos hallado por sí misma.

Instinto e inteligencia

En muchos animales, ha evolucionado la circuitería neuronal compleja, aunque la imagen común de los animales que se escalonan en los peldaños de la escala de la inteligencia es errónea. La opinión común es que los animales inferiores tienen unos pocos reflejos fijos, y que, en los superiores, los reflejos pueden asociarse con nuevos estímulos (siguiendo el esquema de los experimentos de Pavlov) y que las respuestas pueden asociarse con recompensas (siguiendo el esquema de Skinner). Según esta opinión, la aptitud para asociar funciona mejor en los organismos más superiores, y finalmente se libera de los impulsos corporales y los estímulos y respuestas físicos, y asocian ideas directamente entre sí, proceso que alcanzaría su culminación en el hombre. Con todo, la distribución de la inteligencia en los animales reales no se asemeja en nada a esta imagen.

En el desierto tunecino vive una hormiga que sale de su nido, recorre cierta distancia y luego vaga por la tórrida arena en busca del exoesqueleto de un insecto que ha muerto a causa del calor. Cuando encuentra uno, arranca un trozo, regresa describiendo una línea recta hacia el hormiguero, un agujero de un milímetro de diámetro situado a medio centenar de metros de distancia. ¿Cómo encuentra el camino de regreso? La navegación depende de la información que se recoge durante el desplazamiento de ida, y no de percibir el hormiguero como si fuera un faro guía. Si una mano tomara la hormiga y la levantara del suelo justo cuando sale del nido y la depositara a cierta distancia, la hormiga daría vueltas describiendo círculos al azar. En cambio, si la misma mano desplazara la hormiga *después* de que ésta encontrara la comida, la hormiga seguiría una línea con un margen de desviación de uno o dos grados en la dirección donde se halla el hormiguero con respecto al lugar de abducción, y al rebasar ligeramente el punto donde el agujero debiera hallarse, daría una rápida vuelta en forma de U y buscaría el hormiguero inexistente allí. Este hecho muestra que la hormiga ha medido y almacenado de algún modo la dirección y la distancia de regreso al hormiguero, una forma de navegación denominada integración de trayectoria o navegación a estima^[37].

Este ejemplo de procesamiento de información en los animales, descubierto por el biólogo Rudiger Wehner, es uno de los muchos que el psicólogo Randy Gallistel ha utilizado para conseguir que se deje de pensar el aprendizaje como formación de asociaciones, explicando de este modo el principio:

La integración de trayectoria es la integración del vector de velocidad con respecto al tiempo para obtener el vector de posición, o cierto equivalente discreto de este cálculo. El equivalente discreto en la navegación tradicional por mar consiste en registrar la dirección y la velocidad de la travesía a intervalos, multiplicando cada velocidad registrada por el intervalo recorrido desde que se ha realizado la anotación anterior y obtener los desplazamientos realizados de un intervalo a otro intervalo (es decir, cuando se sigue un rumbo norte a 5 nudos marinos durante media hora, el navío se desplaza a 2,5 millas náuticas al noroeste del lugar donde se hallaba en el último intervalo), y sumar los desplazamientos sucesivos (cambios en la posición para obtener el cambio neto de posición). Estas sumas, seguidas de los desplazamientos longitudinal y latitudinal, son la estimación deducida de la posición del navío^[38].

El público se mostrará incrédulo. ¿Todo ese cálculo tiene lugar en el interior de la cabeza de la hormiga, que es tan pequeña como la de un alfiler? En realidad, en lo que atañe a la computación, es de lo más sencilla y se podría construir un dispositivo que realizara esa función gastando unos pocos dólares en las pequeñas piezas que cuelgan en la emisora de radio de una embarcación. Pero las intuiciones sobre el sistema nervioso se han visto tan empobrecidas por el asociacionismo que nadie dudaría en acusar a un psicólogo de insensata y frívola especulación si atribuyera esta maquinaria al cerebro de un *ser humano*, por no decir nada si lo hiciera al cerebro de una hormiga. ¿Una hormiga puede realmente calcular, hacer cálculos aritméticos? Desde luego, dicho lisa y llanamente, no; pero tampoco lo hacemos nosotros cuando ejercemos nuestra facultad de navegar a estima, nuestro «sentido de la dirección». Los cálculos de la navegación por integración de trayectoria se hacen de forma inconsciente, y su resultado asoma en nuestra conciencia —y, en el caso de que la tuviera, en la hormiga— como una sensación abstracta de que el lugar adonde vamos se halla en la dirección que seguimos, allí a lo lejos.

Otros animales llevan a cabo secuencias de aritmética, lógica y almacenamiento y recuperación de datos aún más complicadas. Muchas aves migratorias, por ejemplo, recorren miles de kilómetros por la noche, y saben mantener su rumbo examinando las constelaciones. Cuando era explorador, me enseñaron cómo encontrar la estrella Polar: bastaba con colocar la punta de la manecilla del reloj en la Osa Menor o extrapolar desde el labio frontal de la Osa Mayor una distancia que fuera siete veces su profundidad. Las aves no nacen con este conocimiento, no porque sea impensable que pudiera ser innato, sino porque de serlo pronto quedaría obsoleto. El eje de rotación de la Tierra, y por tanto el polo norte celeste (el punto del firmamento que corresponde al norte), oscila en un ciclo de 27.000 años que recibe el nombre *de precisión de los equinoccios*. El ciclo es rápido si tomamos como referencia el tiempo evolutivo, y las aves han respondido a esta circunstancia desarrollando un algoritmo especial para *aprender* dónde se halla el polo norte celeste en el firmamento

nocturno. Y todo ello se produce mientras permanecen en el nido y no pueden volar. Los polluelos miran el firmamento nocturno durante horas, observando la lenta rotación de las constelaciones. Descubren el punto alrededor del cual las estrellas parecen moverse, y registran su posición con respecto a varias constelaciones cercanas, adquiriendo de este modo la información que, en mi caso, conseguí a través del manual del buen explorador. Transcurridos varios meses, las aves son ya capaces de servirse de cualquier constelación para mantener una dirección constante, pongamos por caso, tener el norte siempre detrás mientras vuelan hacia el sur, o volar hacia el polo norte celeste durante la primavera siguiente para volver al norte.

Las abejas de la miel realizan una danza mediante la cual les comunican a sus compañeras de enjambre la dirección y la distancia a que se halla una fuente de comida con respecto al sol. Por si esto no fuera lo bastante impresionante, las abejas han desarrollado una variedad de sistemas de verificación y protección capaces de resolver las complejidades de ingeniería que supone la navegación solar. La abeja danzante utiliza un reloj interno que compensa el movimiento del sol entre el momento en que se descubre la fuente de comida y el momento en que se transmite la información. Si está nublado, las otras abejas estiman la dirección utilizando la polarización de la luz en el cielo. Estos grandes hitos son la punta del iceberg de ingeniosidad que muestran las abejas, y que Karl von Frisch, James Gould y otros han documentado. Con todo, este ejemplo tiene sus riesgos: un colega psicólogo pensó una vez que las abejas constituían una magnífica oportunidad pedagógica para exponer la sofisticación de la computación neuronal a los estudiantes de primero. Dedicó la semana inicial del curso de introducción a la ciencia cognitiva a unos cuantos experimentos ingeniosos. Al año siguiente, las clases se prolongaron y abarcaron también la segunda semana, luego la tercera, y así sucesivamente, hasta que los estudiantes se quejaron de que el curso se había convertido en una *Introducción a la cognición de las abejas*.

Existen docenas de ejemplos comparables. Muchas especies calculan el tiempo que dedican a buscar alimento en distintos lugares, de modo que puedan optimizar su tasa de aporte de calorías por energía gastada en la búsqueda. Algunas aves aprenden la trayectoria del sol sobre el horizonte durante el día y a lo largo del año, información necesaria para navegar guiándose por el sol. La lechuza común utiliza discrepancias de un orden inferior a las milésimas de segundo entre los tiempos de llegada de un ruido a sus dos oídos para precipitarse sobre un ratón que se mueve entre la hojarasca en plena oscuridad. Las especies que esconden alimentos colocan los frutos secos y las semillas en escondrijos que son impredecibles para así desbaratar los planes de los saqueadores, pero transcurridos varios meses tienen que recordar la posición de cada uno de los lugares y, tal como vimos en el capítulo precedente, el cascanueces de Clark es capaz de recordar diez mil escondrijos. Los casos de manual que se aducen para ilustrar el aprendizaje por asociación, incluso los pavlovianos y los de condicionamiento operante, no resultan ser una retención de

estímulos y respuestas coincidentes en el cerebro, sino algoritmos complejos para análisis de series temporales multivariadas y no estacionarias (que predicen cuándo los sucesos ocurrirán, basándose en el historial de sucesos acaecidos)^[39].

La moraleja de este espectáculo ofrecido por los animales es que el cerebro de los animales está tan especializado y, desde el punto de vista de su ingeniería, tan bien diseñado como lo está su cuerpo. El cerebro es un instrumento de precisión que permite a una criatura utilizar información para resolver los problemas que le plantea su estilo de vida. Dado que los estilos de vida de los organismos difieren, y dado que están relacionados entre sí formando un gran y tupido rizoma —que en absoluto se puede reducir a la metáfora de una gran escala de los seres—, las especies no se clasifican según cuál sea su coeficiente de inteligencia ni tampoco según el porcentaje de inteligencia humana que hayan alcanzado. Pues, con independencia de qué consideremos como especial en el caso de la mente humana, lo cierto es que nuestra mente no es ni más ni mejor muestra de inteligencia animal ni más flexible, sobre todo porque, ante todo, nada hay que pueda identificarse como inteligencia animal genérica. Cada animal ha desarrollado una maquinaria de procesamiento de información para resolver sus problemas, y los humanos hemos desarrollado una para hacer lo propio con los nuestros. Los algoritmos sofisticados que se hallan presentes incluso en las manchas más diminutas del tejido nervioso deparan otra sorpresa más —junto con la dificultad de construir un robot, los efectos circunscritos de una lesión cerebral y las similitudes entre gemelos idénticos criados por separado uno de otro— de la complejidad oculta que debemos estar preparados a encontrar en la mente humana.



Los cerebros de los mamíferos, al igual que sus cuerpos, siguen un plan común general. Muchos tipos idénticos de células, productos químicos, tejidos, subórganos, estaciones de comunicaciones y senderos se hallan presentes en todas las clases, y las diferencias visibles principales son el resultado de partes que se hinchan o se encogen. Pero examinados al microscopio las diferencias aparecen. El número de áreas corticales difieren ampliamente, desde las más o menos veinte que tienen las ratas hasta las cincuenta o más en los seres humanos. Los primates difieren del resto de mamíferos en el número de áreas visuales que tienen, sus interconexiones, y su acoplamiento con las regiones motoras y las de toma de decisiones en los lóbulos frontales. Cuando una especie tiene un talento digno de mención se refleja en la anatomía general de su cerebro, a veces de un modo que es apreciable a simple vista. El hecho de que en el cerebro del mono dominen las áreas visuales (que ocupan casi la mitad del territorio) refleja —o dicho de un modo más preciso, permite— su aptitud para ver en profundidad y en color, para el movimiento y la realización del movimiento prensil de la mano que es guiada por la vista (coordinación visomotora).

Los murciélagos, que dependen del sonar para volar, tienen áreas adicionales en el cerebro que están dedicadas a su oído ultrasónico, y los ratones del desierto que ocultan semillas nacen con un hipocampo —una de las sedes del plan cognitivo— mayor que el de las especies más próximas, pero que no guardan la comida en escondrijos^[40].

El cerebro humano, así mismo, nos cuenta una historia evolutiva. Incluso una rápida comparación de los dos cerebros, demuestra que el cerebro primate tuvo que haber sufrido una notable modificación en su ingeniería para dar paso a un cerebro humano. Nuestro cerebro es unas tres veces mayor que el de un mono o un simio genérico que tuviera nuestra complejidad corporal. La inflación se lleva a cabo prolongando el crecimiento del cerebro fetal durante todo un año tras el nacimiento. Si nuestro cuerpo creciera proporcionalmente a como lo hace nuestro cerebro durante ese período, mediríamos más de tres metros y pesaríamos media tonelada^[41].

Los principales lóbulos y parcelas del cerebro han sido así mismo reformados. Los bulbos olfativos, que subyacen al sentido del olfato, se han encogido hasta adquirir un tercio del tamaño que tienen en los primates (casi insignificante respecto al tamaño que alcanzan en otros mamíferos), y las principales áreas corticales destinadas a la visión y al movimiento se han encogido también de forma proporcional. Dentro del sistema visual, la primera escala para la información, el córtex visual primario, ocupa una proporción más pequeña del conjunto del cerebro, como lo hacen las áreas temporo-parietales que desvían la información visual hacia las regiones del lenguaje y conceptual. Las áreas dedicadas al oído, sobre todo a la comprensión del habla, han crecido, y los lóbulos prefrontales, la sede del pensamiento reflexivo y la planificación, se han hinchado hasta alcanzar dos veces las dimensiones que tendrían en un primate de nuestro tamaño. Mientras que los cerebros de monos y simios son sutilmente asimétricos, el cerebro humano, sobre todo en las áreas dedicadas al lenguaje, es tan desproporcionado que los dos hemisferios pueden distinguirse por su forma. Además, para realizar nuevas funciones se han ocupado otras áreas del cerebro del primate. El área de Broca, implicada en el habla, cuenta con un homólogo (equivalente evolutivo) en los monos, pero ciertamente no la utilizan para el habla, ni tampoco parecen usarla para producir gritos, alaridos y otros tipos de llamadas.

Si bien resulta interesante descubrir estas diferencias, el cerebro humano podría ser radicalmente diferente del cerebro de un simio, aunque uno fuera como un modelo a escala del otro. La distinción real se da en las configuraciones de las conexiones entre neuronas, al igual que las diferencias de contenido entre los diferentes programas informáticos, microchips, libros o cintas de vídeo no se hallan en sus formas generales sino en las disposiciones combinatorias de sus diminutas partes constituyentes. Prácticamente desconocemos el funcionamiento de la microcircuitaría del cerebro humano, dada la escasez de voluntarios capaces de donar sus cerebros a la ciencia antes de morir. Si de algún modo pudiéramos leer

comparativamente el código en la circuitería neuronal de los seres humanos y los simios, ciertamente hallaríamos diferencias sustanciales.



¿Los maravillosos algoritmos de los animales son meros «instintos» que hemos perdido o sojuzgado? De los seres humanos se dice a menudo que no tienen instintos más allá de las funciones vegetativas; se dice de nosotros que razonamos y nos comportamos flexiblemente, sin maquinaria especializada. ¡El bípedo sin plumas seguramente comprende la astronomía en un sentido en el que los bípedos plumados sin duda no la entienden! Bastante cierto, pero no es porque tengamos menos instintos que el resto de los animales, sino porque tenemos *más*. Nuestra alabada flexibilidad proviene de multitud de instintos ensamblados en programas y que entre sí mantienen competiciones. Darwin denominó al lenguaje humano, epítome de comportamiento flexible, «un instinto para adquirir un arte» (dándome sin él saberlo el título más indicado para una de mis obras, *El instinto del lenguaje*) y su seguidor Wilham James abundó en el tema:

Ahora bien, ¿por qué los diversos animales hacen lo que nos parecen cosas tan extrañas, en presencia de estímulos tan raros? Por ejemplo, ¿por qué se entrega la gallina a la tediosa tarea de incubar un conjunto tan horriblemente poco interesante como es una puesta de huevos, si no es que tiene un cierto tipo de pensamiento profético acerca del resultado que obtendrá? La única respuesta es ad hominem. Sólo podemos interpretar los instintos de los animales por lo que sabemos de nuestros propios instintos. ¿Por qué los hombres se echan en cuanto pueden sobre blandas camas y no sobre el duro suelo? ¿Por qué se sientan alrededor de la estufa cuando hace frío? ¿Por qué, al estar en una habitación, se colocan noventa y nueve veces de cada cien mirando de cara al centro de la habitación en lugar de mirar cara a la pared? ¿Por qué prefieren un platillo de cordero y champaña, y no galletas de marino y agua de barril? ¿Por qué al joven le interesa tanto la muchacha al punto de que todo lo relacionado con ella es más importante y significativo para él que cualquier otra cosa en el mundo? Nada cabe decir, salvo que son vías humanas, y que cada criatura tiene las suyas propias, e intenta seguir las por norma. La ciencia puede muy bien llegar y examinar estas vías, y hallar que casi todas son útiles, pero las criaturas no las siguen por su utilidad, sino porque en el momento en que las siguen sienten que hacen precisamente lo único que es apropiado y natural hacer. Ningún hombre entre mil millones, cuando cena, piensa de forma continuada en la utilidad. Come porque la comida tiene buen sabor y ese buen sabor hace que quiera más. Si le preguntásemos por qué come más de lo que le gusta, sin duda aquel hombre, en lugar de reverenciarnos como los filósofos que pretendemos ser, se reiría abiertamente tomándonos por necios...

Y, probablemente, lo mismo siente todo animal en relación a las cosas particulares que tiende a hacer en presencia de objetos particulares. A la clueca la noción misma de que en el mundo hubiera una criatura para la cual los huevos recién puestos no fueran los objetos totalmente fascinantes y preciosos que son para ella, al punto que todo el tiempo que se pasa sentada sobre ellos le parece poco, le resultaría probablemente igual de monstruosa^[42].

Las reacciones humanas descritas en este fragmento de William James puede que todavía nos impresionen como versiones de los instintos animales. ¿Qué sucede con nuestro pensamiento racional y flexible? ¿Puede explicarse como un conjunto de instintos? En el capítulo anterior demostré cómo nuestra inteligencia de precisión puede descomponerse en agentes cada vez más pequeños o redes de procesamiento

de información. En los niveles más inferiores, los pasos a dar tienen que ser tan automáticos y no analizados como las reacciones de los animales más brutos. Recordemos lo que la tortuga le decía a Aquiles. Ninguna criatura racional puede consultar reglas hasta el final; esa vía supone una regresión al infinito. En algún punto un pensador tiene que *ejecutar* una regla, porque no puede por menos que hacerlo: es la vía humana, algo normal, la única cosa apropiada y natural que se puede hacer, en pocas palabras, un instinto. Si todo va bien, nuestros instintos racionales se unen formando programas complejos para el análisis racional, pero no es porque comulguemos de algún modo en un reino de verdad y razón. Los mismos instintos pueden ser seducidos por la sofistería, chocar contra paradojas como las engañosas demostraciones de Zenón según las cuales el movimiento es algo imposible, o marearnos mientras se examinan misterios como son la capacidad de sentir o la libre voluntad. Del mismo modo en que un etólogo descubre los instintos de un animal con hábiles manipulaciones del mundo en que vive, deslizándose, por ejemplo, una abeja mecánica en un enjambre o criando un polluelo en un planetario, los psicólogos pueden desenmascarar los instintos de razonamiento humano al expresar problemas de modos muy ingeniosos, tal como tendremos oportunidad de ver en el **capítulo 5**.

El nicho cognitivo

El *Diccionario del diablo* de Ambrose Bierce define nuestra especie del siguiente modo:

Hombre, n. Un animal tan absorto en la contemplación de lo que piensa que es como para menoscabar lo que indudablemente debe ser. Su principal preocupación es la exterminación de los otros animales y de su propia especie, la cual, sin embargo, se multiplica con una rapidez tan insistente que llega a ser capaz de infestar el conjunto de la tierra habitable y el Canadá.

En realidad, el *Homo sapiens sapiens* es un animal sin precedentes, de rareza zoológica única o rasgos distintivos extremos. Los seres humanos alcanzan sus metas mediante complejas cadenas de comportamiento, ensambladas *in situ* y especializadas para cada situación. Planean el comportamiento sirviéndose de modelos cognitivos de la estructura causal del mundo. Aprenden estos modelos durante sus vidas y se los comunican a través del lenguaje, lo cual permite que el conocimiento se acumule en un grupo y a lo largo de las generaciones. Elaboran y dependen de muchos tipos de herramientas. Intercambian bienes y favores durante largos períodos de tiempo. Transportan comida a largas distancias, la procesan extensivamente, la almacenan y la comparten. El trabajo se divide entre los sexos. Los seres humanos forman grandes coaliciones estructuradas, sobre todo entre

varones, y las coaliciones de distintas tendencias luchan entre sí. Los seres humanos utilizan el fuego. Los sistemas de parentesco son complejos y varían junto con otros aspectos de sus estilos de vida. Las relaciones de emparejamiento se negocian por medio de parientes, a menudo grupos que intercambian hijas. La ovulación es oculta, y las hembras pueden optar por tener relaciones sexuales en cualquier momento y no en otros determinados momentos del ciclo reproductivo^[43].

Algunos de estos rasgos distintivos, pocos, se hallan presentes en ciertos grandes simios, aunque en mucho menor grado, y la mayoría en cambio está ausente en estos grupos. Además, los seres humanos han redescubierto, por decirlo así, rasgos diferenciales que son raros entre los primates, pero que se hallan presentes en otros animales. Son bípedos. Viven más tiempo que los demás simios, y tienen una descendencia que es indefensa y permanece en un estadio infantil (es decir, sexualmente inmadura) durante una parte sustancial de sus vidas. La caza es una actividad importante, y la carne ocupa una amplia parte de la dieta. Los varones invierten en su prole: llevan a sus hijos consigo, les protegen de los animales y de los demás seres humanos, y los alimentan. Y tal como el *Diccionario del diablo* señala, los seres humanos ocupan todas y cada una de las ecozonas de la tierra.

Si se deja a un lado la remodelación del esqueleto que nos permitió adquirir la postura erguida y manipular objetos con precisión, lo que hace de nosotros seres insólitos no es nuestro cuerpo, sino nuestro comportamiento y los programas mentales que lo organizan. En la tira cómica *Calvin y Hobbes*, Calvin, el muchacho, le pregunta a su compañero, el tigre Hobbes: «¿Por qué la gente nunca está contenta con lo que tiene?». Hobbes le replica: «¿Bromeas? Vuestras uñas son pura tontería, no tenéis colmillos, no podéis ver de noche, vuestro pellejo rosado es una ridiculez, tenéis unos reflejos que son nulos, ¡y ni siquiera tenéis cola! ¡Faltaría más, cómo ibais a estar contentos!». Pero a pesar de estas desventajas, los seres humanos controlan el destino de los tigres, y no a la inversa. La evolución de los seres humanos es la venganza originaria de los torpes.

Tal vez al rechazar la imagen de pálidos inadaptados con los brazos cruzados y vestidos con fibras de poliéster, los teóricos de la evolución humana han buscado por todas partes teorías alternativas. El ingenio humano se ha justificado como un subproducto de los vasos sanguíneos en el cráneo que irradian calor, como un dispositivo de cortejo fugitivo similar a la cola del pavo real, como un prolongamiento de la infancia del chimpancé y como una escotilla de escape que salvó a la especie del callejón sin salida evolutivo que suponía tener cada vez menos descendencia. Aun en las teorías que reconocen que la inteligencia misma fue sujeta a selección, en comparación con los efectos, las causas están gravemente despotenciadas. En diversos relatos de la mente humana se dice que empezó a existir para solucionar problemas restringidos, como eran elaborar herramientas lascando el sílex, romper cascaras y huesos, lanzar piedras a los animales, vigilar y guardar a las

crías, perseguir a las manadas en busca de la comida que ofrecían los cadáveres y mantener los vínculos sociales en un grupo amplio.

Hay posos de verdad en estas exposiciones, pero carecen de la influencia y la ventaja de una buena ingeniería inversa. La selección natural orientada para resolver un problema particular tiende a forjar un necio especializado como las hormigas que navegan a estima o las aves que se guían observando las estrellas. Nos es preciso saber para qué sirven los tipos más generales de inteligencia presentes en nuestra especie. Para ello se requiere una buena descripción de los logros poco probables que alcanza la mente humana y no sólo halagos en forma de una sola palabra como «flexibilidad» o «inteligencia». Esa descripción tiene que provenir del estudio de la mente contemporánea, es decir, de la ciencia cognitiva. Y como la selección es conducida por el destino del individuo como un todo, no basta con explicar la evolución de un cerebro en una cubeta. Una buena teoría tiene que conectar todas las partes que forman el estilo de vida humano, todas las edades, ambos sexos, anatomía, dieta, hábitat y vida social. Esto es, tiene que caracterizar el nicho ecológico en que se inscribieron los seres humanos.

La única teoría que ha estado a la altura de este desafío es la propuesta por John Tooby y el antropólogo Irvan DeVore. Tooby y DeVore empezaron señalando que las especies evolucionan unas a expensas de las otras. Solemos fantasear con la tierra de leche y miel, la gran montaña de azúcar y los árboles frutales en cielos de color mermelada, pero los ecosistemas reales son diferentes. Si exceptuamos las frutas (que engañan a los animales hambrientos para diseminar sus semillas), prácticamente cualquier alimento está formado por la parte del cuerpo de cierto otro organismo, que en la medida de lo posible querrá conservarlo para sí. Los organismos desarrollan defensas para no ser comidos y sus potenciales depredadores desarrollan armas para superar esas defensas, estimulando a su vez a las supuestas cenas para que desarrollen defensas aún mejores, y así sucesivamente, en lo que constituye una carrera armamentista que se desarrolla en el marco de la evolución. Estas armas y defensas tienen una base genética y se hallan relativamente fijas durante la vida de un individuo; por lo tanto su cambio es lento. El equilibrio entre depredador y depredado se desarrolla sólo en el marco del tiempo de la evolución.

Los seres humanos, según proponen Tooby y DeVore, se inscribieron en el «nicho cognitivo». Recordemos que en el **capítulo 2** definíamos la inteligencia como el hecho de utilizar el conocimiento de cómo funcionan las cosas para alcanzar metas superando obstáculos. Al aprender cuáles son los objetivos que se alcanzan mediante una serie de manipulaciones, los seres humanos han dominado el arte del ataque por sorpresa. Utilizan nuevas líneas de acción orientadas a metas para superar las defensas fijas al estilo Línea Maginot que utilizan otros organismos, que sólo pueden responder en el marco del tiempo evolutivo. Las manipulaciones pueden ser novedosas, porque el saber humano no se expresa sólo en instrucciones concretas del tipo «cómo atrapar un conejo». Los seres humanos analizan el mundo sirviéndose de

teorías intuitivas de los objetos, las fuerzas, las trayectorias, los lugares, las maneras, los estados, las sustancias, las esencias bioquímicas ocultas y, para otros animales y el resto de los seres humanos, las creencias y los deseos. (Estas teorías intuitivas son el tema al que dedicamos el **capítulo 5**). Los seres humanos componen un nuevo conocimiento y establecen planes realizando interacciones combinatorias entre estas leyes en su imaginación^[44].

Muchos teóricos se han preguntado qué hacen las bandas de cazadores-recolectores nómadas con su aptitud para la inteligencia abstracta. La vida para estos cazadores-recolectores (incluyendo entre ellos a nuestros antepasados) es un viaje nomádico que no termina nunca, aunque se hace sin sacos de dormir, ni cuchillos de montaña ni pasta al pesto congelada. Al vivir de su ingenio, los grupos humanos desarrollan tecnologías sofisticadas y breviarios de ciencia popular. Todas las culturas humanas documentadas hasta la fecha tienen palabras para representar los elementos del espacio, el tiempo, el movimiento, la velocidad, los estados mentales, las herramientas, la flora, la fauna y el clima, así como conectivas lógicas (no, y, igual, opuesto, parte-todo y general-particular). Combinan las palabras en oraciones gramaticales y utilizan las proposiciones subyacentes para razonar sobre entidades invisibles como las enfermedades, las fuerzas meteorológicas y los animales ausentes. Los mapas mentales representan las posiciones en el espacio de miles de emplazamientos destacados, y los calendarios mentales representan los encajes y uniones de ciclos correspondientes al clima, las migraciones de los animales y las historias vitales de las plantas^[45]. Un antropólogo, Louis Liebenberg, contaba de este modo su experiencia con los Xõ del centro del desierto del Kalahari:

Mientras localizaban el rastro del ñu solitario [huellas] de la noche anterior, los rastreadores Xõ señalaron las pruebas que indicaban que el animal había dormido en aquel lugar. Explicaron de forma consecuente que las huellas en el lugar donde había pasado la noche, las había dejado a primera hora de ese día y que eran relativamente frescas. El rastro describía entonces una línea recta, indicando que el animal iba de camino a un destino concreto. Tras un momento, uno de los rastreadores empezó a indagar que eran varios grupos de huellas de patas de animales en un área concreta. Señaló que aquellas huellas pertenecían todas al mismo animal, pero que las había dejado algunos días antes. Explicó que el área en concreto que había investigado era el terreno donde pacía aquel ñu en particular. Dado que, por entonces, ya era casi el mediodía, cabía esperar que el ñu estuviera descansando cobijado por una sombra en las proximidades^[46].

Todos los pueblos nómadas fabrican destazadores, majadores, recipientes, cordajes, redes, cestos, palancas, lanzas y otras armas. Utilizan fuego, refugios y medicamentos. Su ingeniería a menudo es ingeniosa; saben sacar partido de los venenos, las chimeneas, las trampas, las redes, los cordeles con carnada, los cepos, los corrales, las encañizadas, las trampas-foso camufladas y las puntas afiladas, las cerbatanas, los arcos y las flechas y el equipo de hilos pegajosos para pescar hechos con la seda que segregan las arañas^[47].

La recompensa es una aptitud para romper las defensas de muchos otros seres vivos: animales que se protegen en madrigueras, los órganos subterráneos de

almacenamiento de nutrientes que tienen las plantas, frutos secos, semillas, quebrar el hueso para comerse el tuétano, animales y plantas de piel dura, aves, peces, conchas, tortugas, plantas venenosas (que desintoxican pelándolas, hirviéndolas, dejándolas a remojo, sancochándolas, dejándolas fermentar, lixiviándolas y otras estratagemas propias de la cocina del hechicero), animales rápidos (que pueden caer en emboscadas) y grandes animales (a los cuales grupos que cooperan entre sí pueden hostigar, dejar exhaustos, acorralar y abatir con armas). Ogden Nash escribía:

Invisible en su escondrijo, agachado,
de toda especie camuflado,
el cazador evoca un graznido,
que a sus señuelos da mayor atractivo.
Ese adulto, de arrojo y suerte armado,
aguarda el cobro de un ánade burlado.

Y burlarlo, lo burla. Los seres humanos tienen la injusta ventaja de atacar a organismos en esta vida que sólo pueden reforzar sus defensas en otras subsiguientes. Muchas especies no pueden desarrollar defensas lo suficientemente rápido, incluso en el tiempo en el que transcurre la evolución, para defenderse de los seres humanos. Tal es la razón por la que las especies caen como moscas siempre que los seres humanos entran por primera vez en un ecosistema. Y no hablamos sólo de los peces percas y de las lechuzas blancas, que hace poco han entrado en peligro de extinción por la construcción de represas y aserraderos en los bosques. La razón por la que nunca hemos visto con vida a un mastodonte, un dientes de sable, a los rinocerontes gigantes lanosos u otros animales fantásticos de la Era Glacial es que los seres humanos los debimos de extinguir hace miles de años^[48].

El nicho cognitivo abarca muchos de los rasgos distintivos de nuestra especie que, desde un punto de vista zoológico, son insólitos. La elaboración y el uso de herramientas es la aplicación del saber sobre las causas y los efectos entre los objetos en el esfuerzo por conseguir las metas. El lenguaje es un medio de intercambiar conocimientos, multiplicar sus beneficios, ya que el conocimiento no sólo puede usarse, sino intercambiarse por otros recursos, y disminuye su coste, porque puede adquirirse a partir del saber ganado con denodado esfuerzo, gracias a las genialidades y al método de prueba y error de otros y no sólo partir de la exploración y experimentación arriesgada. La información se comparte a un coste casi insignificante: si te doy un pez, ya no es mío, pero si doy información sobre cómo pescarlo, la información todavía es mía. De este modo, un estilo de vida basado en la explotación de la información se adecúa a la vida en grupos así como a la reserva acumulada de habilidad y competencia, es decir, la cultura. Las culturas difieren unas

de otras porque las partes principales de su acumulación de destreza y competencia se modelaron en diferentes épocas y lugares. Una infancia prolongada constituye un aprendizaje del conocimiento y las habilidades prácticas. Eso hace que, en el caso de los varones, la balanza de resultados se incline hacia la inversión de tiempo y recursos en la prole, y la aleja de competir por tener el dominio de las relaciones sexuales con las hembras (véase **capítulo 7**). Y ello a su vez hace del parentesco una preocupación de ambos sexos y todas las edades. Las vidas humanas son lo bastante largas como para compensar la inversión hecha en un largo aprendizaje. Se pueden colonizar nuevos hábitats porque, aun en el caso de que las condiciones locales difieran, obedecen a las leyes de la física y la biología, que se hallan ya dentro de los conocimientos al alcance de los seres humanos; es decir, pueden a su vez ser explotados y sacar de ellos el máximo partido^[49].

¿Por qué nosotros?

¿Cuál fue la razón de que un simio del Mioceno entrara por primera vez en el nicho cognitivo? ¿Por qué no lo hizo una marmota, un siluro o una tenia? Ante todo, sólo sucedió una vez, de modo que nadie lo sabe. Con todo, me sentiría propenso a creer que nuestros antepasados disponían de cuatro rasgos distintivos que hacían especialmente fácil y gratificante que desarrollasen mejores facultades de razonamiento causal^[50].

En primer lugar, los primates son animales dotados de vista. En un mono como, por ejemplo, el macaco, la mitad del cerebro está dedicado a la vista. La visión estereoscópica, el uso de las diferencias en las posiciones ventajosas de los dos ojos para lograr el sentido de la profundidad, desarrollado en fecha temprana por el linaje de los primates, permitió a los primeros primates nocturnos moverse por entre las traicioneras y finas ramas y capturar insectos con las manos. La visión en color acompañó el paso de los antepasados de los monos y simios a la vida diurna y su nueva preferencia por las frutas, que anunciaban su estado maduro con matices cromáticos llamativos^[51].

¿Por qué la visión había de marcar tal diferencia? La percepción en profundidad define un espacio tridimensional lleno de objetos sólidos móviles. El color hace que los objetos destaquen respecto a sus fondos, y nos da una sensación de que se hallan en correspondencia con el material del que está hecho el objeto, y que es distinta de la percepción que tenemos de la forma del material. Ambas juntas han impulsado al cerebro de los primates a dividir el flujo de la información visual en dos corrientes: un sistema del «qué», para las formas y las composiciones de los objetos, y un sistema del «dónde», para sus ubicaciones y movimientos. No puede ser mera coincidencia el hecho de que la mente humana aprehenda el mundo —incluso los

conceptos más abstractos y etéreos— como un espacio lleno de cosas móviles y materia (véanse los **capítulos 4 y 5**). Decimos que John ha pasado de estar enfermo a estar bien, sin que ni tan sólo se haya movido un centímetro; podría haber estado en cama todo el tiempo; decimos que Mary le *da muchos* consejos, aunque simplemente hablasen por teléfono y nada cambiara de manos. Incluso los científicos, cuando intentan captar relaciones matemáticas abstractas, las dibujan mediante gráficos que las presentan con formas bidimensionales o tridimensionales. Nuestra capacidad para el pensamiento abstracto ha coadaptado el sistema de coordenadas y el inventario de objetos que un sistema visual bien desarrollado ha vuelto disponibles^[52].

Resulta más difícil percibir de qué modo aquel mamífero estándar del que hablábamos pudo haberse desplazado en esa dirección. Casi todos los mamíferos pegan el hocico al suelo para oler los abundantes rastros químicos y trayectorias que han dejado tras de sí los otros seres vivos. Cualquiera persona que haya sacado de paseo a un cocker spaniel juguetón que no para de explorar las invisibles fantasmagorías que pueblan la acera, sabe que el animal vive en un mundo olfativo que se halla más allá de nuestra comprensión. Éste es un modo exagerado de afirmar la diferencia. En lugar de vivir en un espacio de coordenadas tridimensionales del que cuelgan objetos móviles, los animales estándares viven en una tierra plana bidimensional que exploran a través de una mirilla dotada de su origen de coordenadas. El libro de Edwin Abbott *Planilandia*, una novela cuya trama gira alrededor de las matemáticas y los habitantes de un plano, demostraba que un mundo bidimensional difiere del nuestro de un modo distinto al simple hecho de que le falte la tercera de las dimensiones habituales. Muchas disposiciones geométricas son simplemente imposibles. Una figura humana bidimensional no tiene modo de llevarse comida a la boca, y una de perfil quedaría dividida en dos trozos por su aparato digestivo. Dispositivos sencillos como tubos, nudos y ruedas con ejes resultan inconstruibles. Si casi todos los mamíferos piensan en una tierra cognitiva plana, carecerán de los modelos mentales de los objetos sólidos móviles en relaciones espaciales tridimensionales y mecánicas que tan esenciales han llegado a ser para nuestra vida mental.

Un segundo prerequisite posible, que se halla presente en el antepasado común a humanos, chimpancés y gorilas, es la vida en grupo. Casi todos los sumos y monos son animales gregarios, si bien la mayoría de los mamíferos no lo son. Vivir juntos aporta sin duda ventajas. Un grupo de animales no es mucho más detectable para un depredador que un único animal, y si es detectado, la probabilidad de que un individuo sea abatido por un depredador se diluye. (Por citar un caso extremo, un conductor se siente menos vulnerable a que le impongan una multa por exceso de velocidad si forma parte de un grupo de conductores que exceden el límite de velocidad, porque hay más probabilidades de que la policía de tráfico pare a algún otro infractor). En un grupo hay más ojos, más oídos y olfatos para detectar a un depredador, lo cual permite también acosarle a veces. Una segunda ventaja es la

eficiencia que se obtiene en los desplazamientos que se realizan para obtener comida. Este tipo de ventaja se hace más patente en la caza cooperativa de los grandes animales, como sucede con lobos y leones. Pero ayuda así mismo a compartir y defender otros recursos alimentarios efímeros demasiado grandes como para ser consumidos únicamente por el individuo que los descubre, tal es el caso, por ejemplo, de un árbol cargado de fruta madura. Los primates que dependen para su alimentación de la fruta y aquellos que se pasan el tiempo en el suelo (donde son más vulnerables a los depredadores), tienden a vivir en grupos.

La vida en grupo podría haber preparado el terreno para la evolución de la inteligencia humana en dos sentidos. Primero, al disponer de un grupo, el valor de tener mejor información se multiplica, porque la información es el único bien que se puede regalar y al mismo tiempo conservar. Por tanto, un animal más ingenioso que vive en grupo disfruta de una doble ventaja: el beneficio de saber y el beneficio de lo que pueda obtener por ofrecer lo que sabe.

El otro sentido en que un grupo puede ser un elemento esencial de la inteligencia, es que la propia vida del grupo plantea nuevos desafíos cognitivos. Vivir en el mundanal ruido comporta también algunas desventajas. Los vecinos compiten por obtener comida, agua, parejas y acceso a lugares donde anidar. Y además, existe el riesgo de la explotación. Jean-Paul Sartre decía que el infierno eran los otros, y si los babuinos fueran filósofos no nos quepa la menor duda de que dirían que el infierno son los otros babuinos. Los animales sociales se exponen al robo, al canibalismo, a ser abandonados por sus parejas, al infanticidio de sus crías, a la extorsión y a otras traiciones^[53].

Toda criatura social se halla en equilibrio tenso entre lo que es sacar todo los beneficios y sufrir los costes que supone la vida en grupo. Esa situación crea una presión para obtener un balance correcto gracias al hecho de ser más listo. En muchas clases de animales, las especies con cerebros mayores y las que se comportan de forma más ingeniosa, son sociales: las abejas, los periquitos, los delfines, los elefantes, los lobos, los leones marinos y, cómo no, los monos, los gorilas y los chimpancés. (Los orangutanes, ingeniosos pero casi solitarios, constituyen una enigmática excepción). Los animales sociales envían y reciben señales para coordinar la actividad depredadora, la defensa, la búsqueda de comida y el acceso colectivo a las relaciones sexuales. Intercambian favores, compensan y contraen deudas, castigan a los tramposos y forman coaliciones.

La expresión colectiva de los homínidos, «una sagacidad de los simios», nos cuenta una historia. Los primates son unos solapados embusteros. Se esconden de las miradas de sus rivales para flirtear, dan una falsa alarma para atraer o desviar la atención, manipulan incluso los labios para poner cara de póquer. Los chimpancés se controlan unos a otros las metas que tienen, al menos de forma tosca, y a veces parecen usarlas a efectos pedagógicos y como engaño. Un chimpancé, por ejemplo, al que se le ha mostrado un conjunto de cajas con comida y una de ellas con una

serpiente en su interior, lleva a sus compañeros directamente a la caja de la serpiente, y una vez que todos han salido aterrados dando gritos, se da el banquete con toda tranquilidad^[54]. Un mono africano, el gálago (*Cercopithecus aethiops pygerythrus*) está pendiente de todo cuanto pasa y guarda un perfecto registro de las idas y venidas de cualquier animal, ya sea amigo o enemigo. Pero son tan torpes en el mundo no social, que no prestan atención a los rastros que deja una pitón ni tampoco a la inquietante presencia de un animal muerto escondido bajo un árbol, señal inequívoca de la presencia de un leopardo^[55].

Varios teóricos han propuesto que el cerebro humano es el resultado de una carrera de armamentos cognitivos desencadenada por la inteligencia maquiavélica de nuestros antepasados primates. Y la argumentación prosigue afirmando que a pesar de tener tanta especialización mental como se necesita para dominar a una planta o una roca, aquel otro es tan ingenioso como tú y puede hacer uso de esa inteligencia contra tus propios intereses. Mejor sería pensar qué piensa de lo que tú piensas que él piensa. En la medida en que se trata de poder cerebral, no hay modo de detener esta carrera que lleva a no ser menos que los vecinos.

Mi parecer es que una carrera de armamentos cognitivos como ésta, por sí misma no bastó para desencadenar la inteligencia humana. Cualquier especie social puede iniciar una escalada ilimitada del poder del cerebro, pero ninguna salvo la nuestra lo ha hecho, probablemente porque sin mediar otros cambios en el estilo de vida, los costes de la inteligencia (tamaño del cerebro, infancia prolongada, etc.)^[56] sofocarían el bucle positivo de retroalimentación. Los seres humanos tenemos una excepcional inteligencia mecánica y biológica, y no sólo social. En una especie que funciona con información, cada facultad multiplica el valor de las demás. (A modo de inciso, la expansión del cerebro humano no es ningún fenómeno evolutivo insólito que clame a gritos por un bucle positivo de retroalimentación extravagante. Ciertamente es que el cerebro triplicó su tamaño en unos cinco millones de años, pero es algo que desde el punto de vista del cronómetro evolutivo se ha realizado sin ninguna prisa. Y, con todo, hay tiempo más que suficiente en la evolución de los homínidos para que el cerebro creciera hasta alcanzar la dimensión que tiene ahora en los seres humanos, volviera a hacerse pequeño y creciera de nuevo varias veces más antes de que acabara por agotar ese tiempo)^[57].

Un tercer piloto de la inteligencia, junto con una buena visión y los grandes grupos, es la mano. Los primates evolucionaron en los árboles y disponían de manos para agarrarse a las ramas. Los monos usan las cuatro extremidades para desplazarse por las copas de los árboles, pero los simios se cuelgan de ellas, principalmente con las anteriores. Se sirven de sus manos bien desarrolladas para manipular objetos. Los gorilas, por ejemplo, examinan detenidamente las plantas robustas o espinosas para recoger la materia comestible, y los chimpancés, por otro lado, se sirven de útiles sencillos como los tallos para capturar a las termitas o las piedras con las que rompen las cascaras de los frutos, así como de hojas estrujadas que utilizan para absorber el

agua. Tal como comentó Samuel Johnson en relación a los perros que andan erguidos sobre sus patas traseras, cabe decir que aunque lo hacen mal, cuando menos sorprende saber que lo hacen. Las manos son palancas influyentes en el mundo que valorizan el hecho de tener inteligencia. Las manos capaces de manipular con precisión y la inteligencia de precisión coevolucionaron en el linaje humano, si bien tal como demuestra el registro fósil, fue la mano la que indicó el camino a seguir.

Las manos finamente moldeadas para servir de herramientas son inútiles si se camina sobre sus nudillos todo el tiempo, y no podrían haberse desarrollado por sí mismas. Cada hueso de nuestro cuerpo ha sido remodelado para permitirnos alcanzar la postura erguida, una postura que libera las manos para transportar y manipular objetos. Una vez más tenemos que agradecerlo a nuestros antepasados simios. Colgarse de los árboles exige un modelo corporal diferente al diseño horizontal de tracción sobre cuatro extremidades, que era el propio de la mayoría de los mamíferos. Los cuerpos de los simios se mantienen ligeramente inclinados en posición vertical con extremidades anteriores que difieren de las posteriores, y los chimpancés (e incluso los monos) andan erguidos y recorren cortas distancias para transportar comida y objetos.

Puede que la postura plenamente erguida evolucionara sometida a varias presiones selectivas. Desde un punto de vista biomecánico, por ejemplo, la forma bípeda de andar es un modo eficiente de remodelar un cuerpo que antes servía para colgarse de los árboles y que, de este modo, pasaría a ser capaz de cubrir las distancias por un suelo llano y con pocos árboles, que definían el hábitat de la sabana donde los homínidos acababan de entrar. La postura erguida permite así mismo otear grandes distancias por encima del nivel de la hierba. Además, los homínidos salían a plena luz con el sol, a menudo, en su cénit; este cambio, insólito desde un punto de vista zoológico, en los hábitos de trabajo redundó en varias adaptaciones en los humanos que permitían mantener refrigerado el cuerpo, como la pérdida del pelaje y el producir una sudoración abundante, y quizá otra adaptación fuera la postura erguida, ya que es lo opuesto a tenderse y tostarse bajo el sol. Pero llevar y manipular objetos debieron de ser incentivos esenciales. Al tenerlas manos libres, se elaboraron herramientas a partir de materiales procedentes de otros sitios, y esos utensilios podían ser llevados a los lugares en los que más útiles resultarían; además, la comida y la prole podían ser de este modo llevadas a zonas más seguras o productivas^[58].

Un último acomodador de la inteligencia fue la caza. Cazador, servirse de útiles y la posición bípeda eran tres factores considerados por Darwin como la especial trinidad que impulsó la evolución humana. «El hombre cazador» fue el principal arquetipo en las exposiciones tanto especializadas como divulgativas que daban cuenta de este hecho en la década de 1960. Pero la imagen machista que resonaba en la década de John Glenn y James Bond perdió su atractivo en el pequeño planeta influido por las feministas en los años 1970. Uno de los principales problemas que afectaban a este arquetipo del hombre cazador era el hecho de que atribuía el desarrollo de la

inteligencia al trabajo en equipo y la previsión necesaria para los hombres en grupos que proponían dar caza a grandes piezas. Con todo, vale la pena recordar que la selección natural sumó la vida de los dos sexos. Las mujeres no esperaban en la cocina a que llegara el momento de cocinar el mastodonte que papá traía a casa, ni se privaron de la expansión de la inteligencia que disfrutaban los hombres evolucionados. La ecología de los pueblos cazadores y recolectores actuales sugiere que la Mujer Recolectora proporcionaba una parte sustancial de las calorías en forma de alimentos vegetales altamente procesados y que, hacerlo, requería de sagacidad mecánica y biológica. Y, desde luego, en una especie que vive en grupo, la inteligencia social es un arma tan importante como las lanzas y los garrotes.

Con todo, Tooby y DeVore han sostenido que la caza no fue, sin embargo, una fuerza de primera importancia en la evolución humana. Lo esencial no es preguntar qué hace la mente para cazar, sino qué puede hacer la caza para la mente. Cazar proporciona piezas esporádicas que concentrara nutrientes. Los seres humanos no hemos dispuesto siempre de tofu, y el mejor material natural para fabricar carne animal es la carne animal. Aunque los alimentos vegetales aportan calorías y otros nutrientes, la carne es una proteína completa que contiene todos y cada uno de los veinte aminoácidos, proporciona grasa rica en energía y los ácidos grasos imprescindibles. Entre los mamíferos, los carnívoros tienen cerebros mayores en cuanto a su talla corporal que los herbívoros, en parte dado que la habilidad necesaria para atrapar a un liebre es mayor que para arrancar hierba, y en parte porque la carne alimenta mejor el tejido cerebral hambriento de proteínas. Aun en las estimaciones más conservadoras, la carne tiene una presencia proporcionalmente mayor en la dieta de los cazadores y recolectores humanos que en la de cualquier otro primate. Tal vez ésa fuera una de las razones por las que nos pudimos permitir tener cerebros tan caros^[59].

Los chimpancés cazan colectivamente pequeños animales como monos y cerdos salvajes, de modo que probablemente nuestros antepasados comunes también cazaban. El paso a un nuevo nicho, como fue la sabana, tuvo que haber convertido la caza en una actividad más atractiva. A pesar de los pasquines del tipo *Salvemos la selva tropical* que retratan la abundante vida salvaje amenazada, los grandes animales que viven en las selvas son escasos. Sólo una poca de la abundante energía solar llega hasta el suelo, y si la biomasa que la luz sustenta está presente en forma de madera, no estará disponible para hacer animales. Con todo, la hierba, al igual que el legendario vaso que se llena solo, vuelve a crecer tan pronto se ha pacido en ella. Las praderas alimentan a grandes rebaños de herbívoros que a su vez alimentan a los carnívoros. En el registro fósil correspondiente a hace unos dos millones de años —a la época del *Homo habilis*—, han aparecido rastros que ya prueban la existencia de prácticas de destazamiento de las piezas. La caza puede ser aún más antigua, puesto que sabemos que los chimpancés la practican y que sus actividades no dejarían rastro en el registro fósil. Una vez que nuestros antepasados intensificaron la práctica de la

caza, el mundo se abrió de par en par ante nosotros. Si bien los alimentos vegetales escaseaban durante el invierno a partir de ciertas altitudes y latitudes, los cazadores en cambio podían sobrevivir en aquellas tierras. Y si fuera preciso añadir algo, diríamos que entre los esquimales no hay vegetarianos.

A veces se ha caracterizado a nuestros antepasados más como monos carroñeros que como bravos cazadores, según los términos al uso de la mortificante crítica actual del machismo. Pero mientras los homínidos puede que ocasionalmente fueran carroñeros, probablemente no pudieron hacer de ello una forma de vida, y si lo hubieran hecho, tampoco sería prueba de su debilidad. Los buitres viven de la carroña porque pueden explorar amplísimos territorios en busca de los cuerpos de las reses muertas, y huir tan pronto como advierten signos de la presencia de otros competidores mejor dotados que ellos. Dicho de otro modo, alimentarse de carroña no es una actividad hecha para pusilánimes. Un cadáver es una pieza que guarda celosamente su cazador o cuando menos un animal lo bastante fiero para habérselo robado. El cadáver atrae a microorganismos, que rápidamente envenenan la carne para repeler a otros posibles carroñeros. De modo que, cuando los primates contemporáneos o los cazadores-recolectores se apoderan de un cadáver, por lo general lo dejan solo. En un póster que era muy fácil procurarse en las principales tiendas a principios de la década de 1970, un buitre le decía a otro: «Ten paciencia, me voy a *matar* algo». El póster tenía razón en todo, salvo en lo tocante al buitre, sólo los mamíferos que viven de la carroña, como las hienas, también cazan.

La carne es así mismo una de las principales divisas de nuestra vida social. Imaginémonos una vaca que intentase ganarse los favores de su vecina poniéndole ante sus patas una mata de hierba. Cabría disculpar a la segunda por pensar: «Gracias, pero ya tengo la mía». El premio gordo nutricional que supone un animal abatido es otro asunto. La señorita Piggy aconsejaba: «Nunca comáis nada que pese más de lo que podáis levantar». Un cazador con un animal muerto mayor de lo que él puede comer y a punto de convertirse en una masa putrefacta, es una oportunidad única. Cazar es en gran parte una cuestión de suerte. Al carecer de métodos para la conservación en frío, un buen lugar para almacenarla comida pensando en tiempos de mayor escasez es hacerlo en el cuerpo de otros cazadores, que devolverán el favor que se les hace cuando la fortuna le sea a uno adversa. Además, esta actitud allanó el camino para que aparecieran las coaliciones entre los varones y una amplia reciprocidad, elementos que se hallan presentes en todas las sociedades nómadas.

Además, había otros mercados para el excedente del cazador. El hecho de disponer de concentración de comida que ofrecer a la propia prole cambiaba la tabla de prioridades y beneficios para los varones entre lo que suponía invertir en su descendencia y lo que era competir con los demás varones para ayuntarse con las mujeres. El petirrojo que lleva un gusano a sus polluelos en el nido nos recuerda que casi todos los animales que aprovisionan a su prole lo hacen con una presa, la única comida que compensa el esfuerzo que supone obtenerla y transportarla.

La carne aparece también en la política sexual. En todas las sociedades que buscan su alimento, entre ellas presumiblemente la de nuestros antepasados, la caza es una actividad abrumadoramente masculina. Las mujeres cargan con los hijos, hecho que las hace ser estorbos para la caza, y los hombres tienen una complejidad mayor y son más expertos en dar muerte a las piezas, por mor de su historia evolutiva experta en el darse muerte unos a otros. En consecuencia, los varones pueden invertir el excedente de carne en sus hijos o destinarlo a alimentar a las embarazadas o a las mujeres que amamantan. Así mismo pueden intercambiar la carne por alimentos vegetales que tienen las mujeres, o cambiarla por sexo. En los mandriles y los chimpancés se ha observado el descarado trueque de carne a cambio de relaciones sexuales, por lo demás una práctica que es común también en los pueblos que se desplazan en busca de alimento^[60]. Si bien las personas en las sociedades contemporáneas son mucho más discretas, un intercambio de recursos para acceder a las relaciones sexuales es aún una parte importante de las interacciones entre hombres y mujeres en todo el mundo. (En el **capítulo 7** exploraremos estas dinámicas y cómo dieron origen en diferencias presentes en la anatomía reproductiva, aunque desde luego en las formas de vida contemporáneas la anatomía ha dejado de ser ya un destino). En cualquier caso, no hemos perdido por completo esta asociación. La *Miss Manners's Guide to Excruciatingly Correct Behaviour* aconseja:

Cuando se sale con alguien, hay tres cosas posibles, y dos de ellas, como mínimo, se deben ofrecer: diversión, comida y afecto. Se suele empezar a salir con alguien ofreciendo mucha diversión, una cantidad moderada de comida y la mera insinuación de afecto. A medida que la cantidad de afecto aumenta, la diversión puede reducirse proporcionalmente. Si el afecto es ya la diversión, dejamos de llamar a eso salir con alguien. Pero bajo ninguna circunstancia se puede omitir la comida.



Cierto es que nadie sabe a ciencia cierta si estos cuatro hábitos formaban el punto de partida para el ascenso de la inteligencia humana. Tampoco nadie sabe si en el espacio de diseño biológico hay otros gradientes de inteligencia que no han sido probados. Con todo, si estos rasgos explican por qué nuestros antepasados fueron la única entre cincuenta millones de especies en seguir ese camino, ello tendría unas consecuencias magníficas para la búsqueda de inteligencia extraterrestre. Un solo planeta con vida puede que no bastara como plataforma de lanzamiento. En efecto, su historia debería incluir un depredador nocturno (para la visión estereoscópica), con descendientes que cambiaran a un estilo de vida diurno (para la visión en color) en el que dependían de la fruta y eran vulnerables a los depredadores (para vivir en grupos), y luego cambiaran sus medios de locomoción y pasaran a saltar entre las ramas (liberando las manos y los precursores de la postura erguida), antes de que un cambio climático les hiciera salir de la selva y llegar a las praderas (para la posición

erguida y dedicarse a la caza). ¿Cuál es la probabilidad de que un planeta dado, incluso un planeta con vida, tenga una historia como ésta?

Especie	Fecha	Altura	Aspecto físico	Cerebro
Antepasado del chimpancé y los homínidos (similar a los chimpancés modernos).	8-6 millones de años	1-1,7 m	Brazos largos, pulgares cortos, dedos curvados (pies y manos) adaptados para andar sobre los nudillos y subir a los árboles	550 cc
Ardipithecus ramidus	4,4 millones de años	¿?	Probablemente bípedo	¿?
Australopithecus anamensis	4,2-3,9 millones de años	¿?	Bípedo	¿?
Australopithecus afarensis (Lucy)	4-2,5 millones de años	1-1,2 m	Bípedo pleno manos modificadas rasgos simiescos: tórax, brazos largos, dedos curvados (pies y manos)	400-500 cc
<i>Homo habilis</i>	2,3-1,6 millones de años	1-1,5 m	Algunos especímenes: brazos pequeños y largos; otros: robustos, pero humanos	500-800 cc
<i>Homo erectus</i>	1,9 millones-300.000 (tal vez 27.000) años	1,3-1,5 m	Robusto pero humano	750-1.250 cc
<i>Homo sapiens</i> arcaico	400.000-100.000 años	¿?	Robusto pero moderno	1.100- 1.400 cc
<i>Homo sapiens</i> temprano	130.000-60.000 años	1,6-1,85 m	Robusto pero moderno	1.200-1.700 cc
<i>Homo sapiens</i> Cro-Magnon	45.000-12.000 años	1,6-1,8 m	Moderno	1.300-1.600 cc : (hoy: 1.000-2.000, media 1.350 cc)

La familia de la Edad de Piedra moderna

Los resecos huesos hallados en el registro fósil cuentan la entrada gradual en el nicho cognitivo. En el cuadro de las páginas siguientes se muestra un resumen de lo hallado hasta la actualidad en relación a la especie que se piensa que debió de ser nuestro antepasado directo^[61].

Hace millones de años nuestros cerebros se hincharon al tiempo que algunos descendientes del antepasado común a los chimpancés y a los humanos caminaron erguidos. En la década de 1920 ese descubrimiento causó un profundo impacto en el chovinismo humano, que se imaginaba que nuestros gloriosos cerebros nos llevaron al extremo superior de la escala evolutiva, quizá cuando nuestros antepasados decidieron en cada uno de los peldaños qué uso hacer de sus recién adquiridos talentos. Pero la selección natural podría no haber actuado de ese modo. ¿Por qué rellenar el cerebro si no se podía usar? La historia de la paleoantropología es el descubrimiento de fechas de nacimiento cada vez más remotas en el tiempo que indican la aparición de la postura erguida. Los descubrimientos más recientes la sitúan entre hace cuatro y cuatro millones y medio de años. Con las manos libres, las especies posteriores alcanzaron la posición erguida —chasquido tras chasquido de las

vértebras— con los rasgos que nos caracterizan: la destreza de las manos, la sofisticación de los útiles, la dependencia de la caza, el tamaño de los cerebros, la gama de hábitats. Los dientes y la mandíbula se hicieron más pequeños. La cara fue perdiendo el aspecto alargado de hocico. Las crestas de las cejas que sostienen los músculos que permiten cerrar la mandíbula se encogieron y desaparecieron. Nuestro delicado rostro difiere de los homínidos porque los útiles y la tecnología sustituyeron a los dientes. Destazábamos y pelábamos a los animales con cuchillas, y ablandábamos las plantas y las carnes con el fuego. Ello redujo las exigencias mecánicas que recaían en la mandíbula y el cráneo, permitiéndonos destinar los huesos a sostener aquellas cabezas que comenzaban a ser realmente pesadas. Los sexos empezaron a diferenciarse menos en tamaño, sugiriendo que los hombres gastaban menos recursos dándose golpes unos a otros, y destinándolos más quizás a sus hijos y a las madres de sus hijos.

En cuanto al crecimiento paulatino del cerebro, impulsado por las manos y los pies, y manifiesto en los útiles, huesos quebrados, y el aumento de la gama de instrumentos, es una buena prueba, si es que era precisa, de que la inteligencia es un producto de la selección natural para la explotación del nicho cognitivo.

Cráneo	Dientes	Instrumentos	Distribución
Frente muy baja; cara muy saliente; pronunciadas crestas de las cejas	grandes caninos	Majadores de piedra; esponjas de hojas, cañas para succionar; palos como palancas	África occidental
¿?	Molares como los del chimpancé; sin caninos	¿?	África oriental
Fragmentos similares a los simios	Situación y tamaño similares a los chimpancés; esmalte similar al humano	¿?	África oriental
Frente plana; cara muy saliente; grandes crestas en las cejas	Grandes caninos y molares	¿Ninguno? ¿Lascas?	África oriental (quizá también occidental)
Cara más pequeña; cráneo más redondo	Molares más pequeños	Lascas, destazadores, raspadores	África oriental y Suráfrica
Grueso; grandes cejas (Asia); rostro menos protuberante	Dientes más pequeños	Mejores hachas de mano lascas retocadas	África (tal vez especies separadas), Asia, Europa
Cráneo mayor; rostro menos salido; grandes crestas en las cejas	Dientes más pequeños	Mejores hachas de mano; lascas-cuchillas: puntas	África, Asia, Europa
Gran cráneo; crestas medianas en las cejas; rostro menos protuberante; mentón	Dientes más pequeños	Lascas retocadas; lascas-cuchillas; puntas	África, Asia occidental
Moderno	Moderno	Cuchillas; brocas lanzadardos; agujas grabadores; útiles de hueso	Mundial

El conjunto no fue un despliegue inexorable del potencial homínido. Otras especies, omitidas en la tabla, ocuparon en cada época nichos ligeramente diferentes. Los Australopitecos cascanueces y roedores de raíces, tal vez uno de los dos subtipos habilinos, y con bastante posibilidad las ramas asiáticas del *erectus* y el *sapiens* arcaico, y probablemente los Neardentales adaptados a la Era Glacial. Cada especie debió de haber quedado superada en su competencia cuando una población vecina

más semejante a la *sapiens* se adentraba lo bastante lejos en el nicho cognitivo como para duplicar las proezas más características y especializadas de una especie y, además, era capaz de hacer muchas otras cosas. El conjunto tampoco fue el regalo de una macromutación o de una deriva aleatoria, ya que entonces, ¿cómo podría ese azar haberse sostenido en un linaje durante millones de años, a lo largo de centenares de miles de generaciones, en especies cuyo cerebro era cada vez mayor que el de la anterior? Además, los grandes cerebros no eran meros ornamentos, sino que permitían a quienes los poseían elaborar utensilios más excelentes e infestar aún más el planeta^[62].



Si nos atenemos a la cronología estándar de la paleoantropología, el cerebro humano evolucionó hacia su forma contemporánea en una casilla que empezó con la aparición del *Homo habilis* hace dos millones de años y terminó con la aparición de los «seres humanos anatómicamente contemporáneos» u *Homo sapiens sapiens*, entre doscientos mil y cien mil años. Sospecho que nuestros antepasados estaban adentrándose ya en nuestro nicho cognitivo mucho antes de esa fecha. Ambos extremos del proceso de I + D debieran extenderse más allá de las fechas propuestas en los libros de texto, dando aún más tiempo para que evolucionaran nuestras fabulosas adaptaciones mentales.

En un extremo de la cronología se halla el *Australopithecus afarensis* (la especie del carismático fósil llamado Lucy). A menudo se les describe como si fueran chimpancés que habían adoptado una postura erguida, dado que el tamaño de su cerebro se situaba entre los chimpancés y no dejaron ninguna evidencia clara de utilización de instrumentos. Este hecho implica que la evolución cognitiva no empezó hasta unos dos millones de años más tarde, cuando los *habilis* con cerebros mayores merecieron precisamente el nombre de hábiles por el hecho de usar hachas lascadas.

Pero este dato no puede ser cierto. Primero, porque desde un punto de vista ecológico, resulta improbable que un arborícola pudiera haberse trasladado al suelo y remodelado su anatomía para que le permitiera andar erguido sin que hubiera repercusiones en todos los aspectos restantes de su estilo de vida y comportamiento. Los chimpancés en nuestros días aún se sirven de utensilios y transportan objetos, y hubieran tenido mucho más incentivo y éxito si hubieran podido transportarlos libremente. En segundo lugar, aunque las manos de los australopitecus conservan aún cierta curvatura simiesca en los dedos (y por tanto, debieron de haberles servido para encaramarse a los árboles y ponerse a salvo), las manos habían evolucionado de forma manifiesta para permitir la manipulación de objetos. Si se las compara con las manos del chimpancé, los pulgares son más alargados y más capaces de tocar las yemas de los otros dedos; los dedos índice y medio forman un ángulo para permitir que la mano adopte la forma de una ventosa y así poder asir una piedra con la que

golpear o una bola. En tercer lugar, no queda tan claro que tuvieran un cerebro del tamaño del chimpancé, o que no conocieran los útiles. El paleoantropólogo Yves Coppens sostiene, en cambio, que sus cerebros debieron de ser entre un treinta y un cuarenta por ciento mayores de lo que era esperable en un chimpancé de su estatura corporal, y que además dejaron restos de lascas de cuarzo y otros utensilios. En cuarto lugar, se han hallado en nuestros días esqueletos de *habilis* que utilizaban utensilios y no parecen tan diferentes de los esqueletos de los australopitecos^[63].

De todas formas, y a buen seguro, lo más importante es que los homínidos no organizaron sus vidas para satisfacer las conveniencias de los antropólogos. Podemos sentirnos afortunados de que una piedra pueda ser tallada con un objeto cortante y que una huella dure millones de años, ya que de este modo algunos de nuestros antepasados nos dejaron sin darse cuenta auténticas cápsulas del tiempo. Con todo, resulta mucho más difícil tallar una roca y darle forma de cesto, un tirador infantil, un bumerán o un arco y unas flechas. Los cazadores-recolectores en nuestros días utilizan muchos utensilios que ellos mismos elaboran mientras viven, y lo mismo tiene que ser cierto de los otros homínidos en cada etapa de su evolución. El registro arqueológico estudiado por los paleontólogos estaba en cierto modo obligado a subestimar el uso de útiles.

Así que, resumiendo, la cronología estándar de la evolución del cerebro humano se inicia demasiado tarde. Soy de la opinión de que el relato también termina excesivamente pronto. Los seres humanos contemporáneos (nosotros) se dice que aparecimos hace entre doscientos mil y cien mil años en África. Un tipo de prueba es que el ADN mitocondrial de cualquier habitante del planeta (que se hereda sólo de la madre) se remonta a una mujer africana que vivió en algún momento entre esas dos fechas que acotan el período. (La afirmación es controvertida, pero cada día se acumulan más pruebas en su favor)^[64]. Otra cosa es que, desde un punto de vista anatómico, los fósiles indiquen que los homínidos con esqueletos modernos aparecieran por primera vez en África hace más de cien mil años y en Oriente Medio poco después, hace alrededor de unos noventa mil años. La suposición que subyace a todo el planteamiento es que la evolución biológica del ser humano se habría detenido casi por completo entonces. Afirmar algo así plantea una anomalía en la línea de desarrollo temporal. Los primeros seres humanos anatómicamente modernos tenían los mismos útiles y estilo de vida que sus vecinos Neardentales condenados irremisiblemente a la extinción. El cambio más espectacular en el registro arqueológico, la transición al Paleolítico Superior —también denominado Gran Salto Hacia Adelante y la Revolución Humana— tuvo que aguardar otros cincuenta mil años. Por lo tanto, se afirma —sacando ya la conclusión— que la revolución humana tuvo que haber sido un cambio cultural^[65].

Denominarlo una revolución no es ninguna exageración. Hace más de cuarenta y cinco mil años, los homínidos del Paleolítico Superior se las ingenieron de algún modo para atravesar los setenta kilómetros de océano abierto que separan el

continente asiático de Australia, donde dejaron hogares, pinturas rupestres, las primeras herramientas de piedra pulida y los aborígenes actuales. Europa (Cro-Magnones) y Oriente Medio también, presentan artes y tecnologías sin precedentes, que utilizaban nuevos materiales como cuernos, marfil y huesos, así como la piedra, a veces transportados a centenares de kilómetros de distancia de su lugar de origen. Entre las herramientas habituales aparecen cuchillas, agujas, leznas, muchos tipos de hachas y raspadores, puntas de arpones, lanzadardos, arcos y flechas, anzuelos, grabadores, flautas e incluso calendarios. Construyeron cobijos y mataron grandes animales a millares. Decoraban cuanto tenían a la vista —herramientas, paredes de las cuevas, sus propios cuerpos— y esculpieron garabatos con figura de animales y de mujeres desnudas, a las que los arqueólogos se refieren eufemísticamente como «símbolos de la fertilidad». Ellos fuimos nosotros.

Los modos de vida pueden brotar sin presentar ningún cambio biológico, como sucedió en las revoluciones más recientes como la agrícola, la industrial y la de la información. Además, esto es en especial cierto cuando las poblaciones se desarrollan hasta un punto en el cual las intuiciones e ideas de miles de inventores pueden ser puestas en un fondo común. Pero la primera revolución humana no fue una cascada de cambios desencadenados por unas pocas invenciones esenciales. La propia ingeniosidad fue la invención, manifestada en centenares de innovaciones a decenas de miles de kilómetros y de años separadas unas de otras. Me resulta difícil creer que los seres humanos que vivieron hace cien mil años tuvieran las mismas mentes que aquellos revolucionarios del Paleolítico Superior que vendrían más tarde —en realidad, dotados con las mismas mentes que nosotros tenemos—, y se quedarán sentados en corro durante cincuenta mil años sin que ninguno de ellos cayera en la cuenta de que podía tallar un útil con un hueso, o sin que ninguno sintiera el apremio de hacer que algo pareciera más hermoso.

Ni falta que nos hace creerlo: el lapso de cincuenta mil años es una ilusión. Primero, los denominados seres humanos modernos de hace cien mil años debieron de ser más modernos que sus contemporáneos Neardentales, aunque nadie los confundiría con seres humanos actuales. Tenían cresta entre las cejas, mandíbulas salientes y difícilmente desarrollaban esqueletos fuera de la gama contemporánea. Sus cuerpos tuvieron que evolucionar para convertirse en nosotros, y sus cerebros a buen seguro también lo hicieron. El mito de que eran completamente modernos surge del hábito de tratar las etiquetas que sirven para clasificar las especies como si fueran entidades reales. Cuando se aplican a organismos que evolucionan, no son más que una convención. Nadie quiere inventar una nueva especie cada vez que se descubre un diente, de modo que las formas intermedias tienden a ser metidas con calzador en la categoría más inmediata disponible. La realidad es que los homínidos siempre debieron de presentarse en docenas o centenares de variantes, diseminadas por una amplia red de subpoblaciones que entraban en interacción de forma ocasional. La diminuta proporción de individuos immortalizados como fósiles en cualquier punto

del proceso, en consecuencia, no serían nuestros antepasados directos. Los fósiles «anatómicamente contemporáneos» son más próximos a lo que nosotros somos que cualquier otro, pero o bien tuvieron que evolucionar más, o bien se alejaban del semillero en el que se desarrolló el cambio^[66].

En segundo lugar, la revolución probablemente empezó mucho antes de la habitualmente citada línea divisoria situada hace unos cuarenta mil años. O dicho de otro modo, cuando empezó a aparecer en las cuevas de Europa una artesanía suntuosa, aunque lo cierto es que Europa siempre ha atraído más atención de la que merece, porque cuenta con un gran número de cuevas y ejércitos de arqueólogos. Sólo Francia cuenta con trescientos emplazamientos paleolíticos excavados a la perfección, entre ellos uno cuyas pinturas rupestres fueron cuidadosamente rascadas y borradas por una tropa de exploradores entusiastas que las habían confundido con graffitis contemporáneos. El conjunto del continente de África cuenta sólo con dos docenas de emplazamientos excavados. Pero uno, situado en el Zaire, contiene utensilios de hueso hermosamente tallados entre los que se cuentan dagas, mangos y puntas con lengüeta junto con piedras de moler traídas desde kilómetros de distancia, así como restos de miles de espinas de siluros, que presumiblemente fueron las víctimas de aquellos instrumentos. La colección tiene el aspecto de ser posterior a la revolución del Paleolítico, pero tiene una antigüedad de setenta y cinco mil años. Un comentarista dijo en su momento que era como haber hallado un Pontiac en el taller de Leonardo da Vinci. Pero a medida que los arqueólogos han empezado a explorar este taller continental y a datar sus hallazgos, cada vez encuentran más Pontiacs: hermosas lascas de piedra, herramientas decoradas, minerales inútiles pero de colores muy vivos transportados a centenares de kilómetros de sus lugares originarios^[67].

En tercer lugar, la Eva mitocondrial de hace entre doscientos mil y cien mil años no formaba parte de ningún suceso evolutivo. Contrariamente a cierta increíble confusión, no sufrió una mutación que hiciera ser a sus descendientes más ingeniosos o más habladores o menos brutos. Tampoco señaló el final de la evolución humana. Simplemente es una necesidad matemática, el antepasado común más reciente de todos los seres humanos siguiendo la línea mujer-mujer-mujer de tatarata-tatarata...-tatarata-abuelas. Por cuanto a lo que la definición respecta, pudo muy bien haber sido un pez^[68].

Eva, desde luego, no resultó ser un pez, sino un homínido africano. ¿Por qué razón se debería suponer que era un homínido especial, o incluso que vivió en una época especial? Una razón para ello es que hizo que muchas otras épocas y lugares no fueran especiales. Si el ADN mitocondrial de los europeos y los asiáticos del siglo xx es una variante del ADN mitocondrial de una africana de hace doscientos mil años, tienen que ser descendientes de una población africana de aquella época. Los contemporáneos europeos y asiáticos de Eva no dejaron ningún ADN mitocondrial en los europeos o asiáticos de nuestros días y, por tanto, presumiblemente no eran

nuestros antepasados (al menos —y se trata de una enorme condición— no eran todos nuestros antepasados matrilineales).

Pero eso no equivale para nada a decir que la evolución se detuvo en Eva. Podemos suponer que casi toda la evolución se dio en el momento en que los antepasados de las razas contemporáneas se separaron y dejaron de intercambiar genes, dado que hoy somos lobos de la misma camada. Pero fue algo que no sucedió tan pronto como Eva exhalaba el último aliento. La diáspora de las razas y el final de la evolución humana significativa tienen que haberse producido mucho después. Eva no es nuestro antepasado común más reciente, sólo nuestro antepasado matrilineal común más reciente. El antepasado común más reciente en una línea mixta de ambos sexos de descendientes vivió mucho después. El lector y un primo hermano suyo comparten un antepasado común hace sólo un par de generaciones, el abuelo o la abuela común. Con todo, al buscar un antepasado matrilineal (madre de la madre... de la madre de nuestra madre), entonces, salvo en un tipo concreto de primo (el hijo de la hermana de nuestra madre), prácticamente no hay límite alguno para retroceder tanto como se quiera en el tiempo. Por tanto, si alguien quisiera saber el grado de parentesco que tiene con su primo basándose en el antepasado común más reciente que comparten, no quedaría más remedio que decir que están estrechamente emparentados. Pero si pudiera verificar sólo el antepasado común más reciente por línea materna, podría aventurarse a decir que no están en absoluto emparentados. De forma similar, el nacimiento del antepasado matrilineal más reciente de la humanidad, la Eva mitocondrial, sobrestima el mucho tiempo que hacía que, aun antes de ella, la humanidad se estaba ya cruzando genéticamente^[69].

Mucho tiempo después de que Eva viviera, creen algunos genetistas, nuestros antepasados tuvieron que atravesar un cuello de botella poblacional. Según el escenario que proponen, que se basa en una notable identidad genética entre las poblaciones humanas contemporáneas, hace unos sesenta y cinco mil años la población de nuestros antepasados menguó hasta quedar en unos diez millares de individuos, tal vez a causa de un enfriamiento global del planeta provocado por la erupción de un volcán en Sumatra. La raza humana estaba en igual peligro de extinción al que están sometidos, en nuestros días, los gorilas africanos de montaña. Entonces la población empezó a crecer en África y dio lugar a pequeñas bandas que se desplazaron a otros rincones del mundo, y que posiblemente se emparejaron en ese momento y sucesivamente con otros humanos tempranos que fueron encontrando en su camino. Muchos genetistas creen que la evolución es especialmente rápida cuando poblaciones diseminadas intercambian ocasionales migrantes. La selección natural puede adaptar rápidamente cada grupo a las condiciones locales, de modo que uno o más puedan arreglárselas y enfrentarse a cualquier nuevo desafío que surja, y que sus hábiles genes sean entonces importados por sus vecinos. Tal vez este período asistió a un último florecimiento en la evolución de la mente humana^[70].

Todas las reconstrucciones de nuestra historia evolutiva son controvertidas y polémicas, y el saber convencional, además, cambia cada mes. Con todo, me atrevo a predecir que la fecha de cierre de nuestra evolución biológica se retrasará a otra aún más tardía, y la fecha de inicio de la revolución arqueológica se desplazará a una más temprana, hasta que ambas coincidan, pues nuestra mente y nuestro modo de vida evolucionaron parejos.

¿Ahora qué?

¿Aún evolucionamos? Desde un punto de vista biológico, probablemente no mucho. La evolución no tiene ninguna velocidad de aceleración, de modo que no nos convertiremos en los horripilantes seres con cabezas abultadas de que nos habla la ciencia ficción. La condición humana moderna tampoco es propicia para una evolución real. De hecho, infestamos como una plaga toda la tierra habitable y no tan habitable, migramos a voluntad y pasamos de un estilo de vida a otro. Esta condición hace de nosotros algo similar a un blanco nebuloso perpetuamente en movimiento para la selección natural. Si la especie aún evolucionado está haciendo de un modo muy lento y nos resulta casi impredecible saber en qué dirección lo hace^[71].

Pero las esperanzas victorianas son lo último que se pierde. Si la selección natural no puede mejorarnos, tal vez pueda hacerlo algún sustituto elaborado por el hombre. Las ciencias sociales están llenas de afirmaciones según las cuales nuevos tipos de adaptación y selección han ampliado la especie biológica. Pero las afirmaciones, a mi entender, son engañosas.

La primera afirmación es que el mundo contiene un maravilloso proceso denominado «adaptación» que hace que los organismos solucionen problemas. Ahora bien, en el sentido estricto en que la emplea Darwin, la adaptación en el presente es causada por la selección natural en el pasado. Recordemos cómo la selección natural provoca la ilusión de la existencia de una teleología: la selección puede *parecer como si* estuviera adaptando cada organismo a sus necesidades en el presente, pero en realidad lo que simplemente hace es favorecer a los descendientes de los organismos que se habían adaptado por sí mismos a sus propias necesidades en el pasado. Los genes que construyeron los cuerpos y las mentes más adaptativos entre nuestros antepasados fueron transmitidos para construir nuestros cuerpos y mentes actuales, que hoy nos parecen innatos (incluso las capacidades y habilidades innatas para registrar cierto tipo de variación medioambiental, como sucede en el oscurecimiento de la piel, la formación de callosidades y el aprendizaje).

Con todo, para algunos, todavía no se ha ido suficientemente lejos: la adaptación es un proceso que sucede todos los días. Los «científicos del darwinismo social», como Paul Turke y Laura Betzig, creen que la teoría «darwiniana moderna predice

que el comportamiento humano será adaptativo, es decir, diseñado para promover el máximo éxito reproductivo... a través de descendencia real y parientes que no son descendencia directa»^[72]. Los «funcionalistas», como los psicólogos Elizabeth Bates y Brian MacWhinney, «consideran los procesos selectivos que operan durante la evolución y los procesos selectivos que operan durante [el aprendizaje] como parte de una misma índole natural». La consecuencia que parece desprenderse de forma obvia de todo ello es que no hay necesidad de una maquinaria mental especializada: si la adaptación se limita a hacer que los organismos hagan lo correcto, ¿quién puede pedir más? La solución óptima al problema —comer con las manos, encontrar la pareja correcta, inventar herramientas, utilizar el lenguaje gramatical— es algo simplemente inevitable^[73].

El problema que afecta al funcionalismo es el mismo que se planteaba en el caso del lamarckismo. No en el sentido del segundo principio lamarckiano que afirma la herencia de los caracteres adquiridos: las jirafas que alargaron sus cuellos y tuvieron crías de jirafa con cuellos pre-alarga-dos. Todo el mundo sabe cómo zafarse de este principio. (Bien, debiera matizarse que casi todo el mundo, puesto que Freud y Piaget continuaron sosteniéndolo aun cuando hacía ya tiempo que los biólogos habían pasado página). Se trata del lamarckismo en el sentido de su primer principio, a saber, la «necesidad sentida»: las jirafas desarrollaron los cuellos al mirar presas del hambre las hojas que quedaban fuera de su alcance. Tal como lo expresara en su momento Lamarck, «nuevas necesidades establecen una necesidad de que cierta parte realmente produzca la existencia de esa parte como resultado de distintos esfuerzos»^[74]. ¡Si sólo fuera eso! Tal como lo expresa el dicho, «si los deseos fueran alas, los pobres volarían». No hay ángeles guardianes que velen de que cada necesidad quede satisfecha. Las necesidades se satisfacen sólo cuando aparecen mutaciones capaces de construir un órgano que satisface la necesidad, cuando el organismo se encuentra él mismo en un medio donde satisfacer la necesidad, ello se traduce en más crías que sobreviven, y en las cuales esa presión selectiva persiste a lo largo de miles de generaciones. De lo contrario, la necesidad continúa sin encontrar satisfacción. Los nadadores no desarrollan dedos unidos por membranas como los palmípedos; los esquimales no desarrollan pelaje. Durante más de dos décadas he estudiado las espectaculares imágenes en tres dimensiones, y pienso que sé matemáticamente que se puede convertir el zapato izquierdo en el derecho dándole la vuelta en la cuarta dimensión, he sido capaz de desarrollar un espacio mental de cuatro dimensiones en el cual visualizar cómo se efectúa ese giro.

La necesidad sentida es una idea atractiva y seductora. En primera instancia da la impresión de que las necesidades en realidad alumbran sus propias soluciones. Tenemos hambre, tenemos manos, la comida se halla ante nosotros, entonces comemos con las manos; ¿de qué otro modo podría ser? Ah, por cierto, además seríamos los únicos en planteárnoslo, porque nuestro cerebro fue modelado por la selección natural de tal modo que *considerara* este tipo de problemas como

obviedades. Si cambiamos el sujeto (y consideramos la mente de un robot o de otro animal, o, por ejemplo, ponemos como sujeto a un paciente de la consulta de un neurólogo) o si cambiamos el problema, entonces lo que antes era obvio, ahora ya no lo es tanto. Las ratas no pueden, por ejemplo, aprender a rechazar un trozo de comida para conseguir una recompensa mayor. Si los chimpancés intentan imitar a alguien que utiliza un utensilio para aproximar un bocado de comida colocado en un lugar inaccesible, no advierten que la comida se tiene que colocar con el extremo del instrumento de un determinado modo, aun cuando en el modelo del procedimiento a utilizar se haga una demostración explícita de cuál es el proceder que se considerará correcto. Para que el lector no caiga en la vanidad de sentirse ajeno a todo ello, los siguientes capítulos se orientarán a demostrar cómo el diseño de nuestra propia mente da lugar a paradojas, rompecabezas cerebrales, miopías, ilusiones, irracionalidades y estrategias de autoengaño que evitan, más que no garantizan, la satisfacción de nuestras necesidades cotidianas^[75].

Pero ¿qué sucede con el imperativo darwinista de sobrevivir y reproducirse? En la medida en que se trata del comportamiento día a día, no existe un tal imperativo. Las personas consumen pornografía cuando de hecho podrían salir a buscar pareja, olvidan la comida para comprar heroína, venden su sangre para adquirir entradas para ir al cine (en la India), posponen tener hijos para llegar a ser directivos en las empresas donde trabajan, y se devoran a sí mismos al poco de ser sepultados. El vicio humano consiste en probar que la adaptación biológica es, dicho lisa y llanamente, una cosa del pasado. Nuestra mente está adaptada a las dimensiones de las pequeñas bandas que salían a buscar comida en las cuales nuestra familia vivió el noventa y cinco por ciento de su existencia, no alas contingencias desordenadas que hemos creado a partir de las revoluciones agrícola e industrial. Antes de que hubiera la posibilidad de tener fotografías, contribuía a la adaptación recibir imágenes visuales de los miembros atractivos del otro sexo, porque aquellas imágenes resultaban de la luz que se reflejaba en cuerpos fértiles. Antes de que los opiáceos se inyectaran con jeringuillas, ya habían sido sintetizados en el cerebro como analgésicos naturales. Antes de que hubiera cine, contribuía a la adaptación asistir como testigo a las luchas emocionales de las personas, porque las únicas luchas de las que se podía ser testigo eran las que se daban entre personas que cada día uno tenía que psicoanalizar. Antes de que hubiera anticonceptivos, tener hijos no era aplazable, y la condición y la salud podían convertirse en más hijos que a su vez eran más saludables. Antes de que en toda mesa hubiera sal, azúcar y un plato de mantequilla, y cuando los años de penuria nunca estaban lo bastante lejos, nunca había bastante comida dulce, salada y grasa. Las personas no adivinan qué es adaptativo para ellas o sus genes; sus genes les dan pensamientos y sensaciones que fueron adaptativos en el medio donde los genes fueron seleccionados^[76].



La otra extensión de la adaptación, en apariencia inocua, es el cliché de que «la evolución cultural se ha hecho cargo de la evolución biológica». A lo largo de millones de años, los genes fueron transmitidos de un cuerpo a otro, siendo así seleccionados para conferir adaptaciones a los organismos. Pero después de que aparecieran los seres humanos, las unidades de cultura fueron transmitidas de una mente a otra y seleccionadas para conferir adaptaciones a las culturas. La antorcha del progreso, en este sentido, ha sido entregada a un corredor más rápido. En la película de ciencia ficción *2001: Una odisea del espacio*, un brazo homínido lanza un hueso al aire, que se transforma, tras dar multitud de giros, en una estación espacial.

La premisa de la evolución cultural es que existe un único fenómeno —el avance del progreso, el ascenso del hombre, desde los simios hasta el Armagedón— que Darwin explicó sólo hasta cierto punto. Mi opinión es que los cerebros humanos evolucionaron por un conjunto de leyes, las de la selección natural y la genética, y que en la actualidad interactúan entre sí según otro conjunto de leyes, las de la psicología cognitiva y social, la ecología humana y la historia. Pero la remodelación del cráneo y el ascenso y caída de los imperios puede que tengan pocas cosas en común^[77].

Richard Dawkins ha dibujado la analogía más clara entre la selección de los genes y la selección de las unidades elementales de la cultura, a las que bautizó con el término *mentes*. Los memes como tonalidades, ideas y relatos pasan de un cerebro a otro y a veces mutan mientras son transmitidos. Nuevos rasgos de un meme capaces de hacer más factible que sus receptores lo conserven y lo diseminen a su vez (por ejemplo, el hecho de ser pegadizo, seductor, divertido o irrefutable), conducirán a que los memes sean más comunes en la reserva de memes. En rondas posteriores en las que vuelven a transmitirse, los memes más dignos de difusión se extenderán aún más y en última instancia se adueñarán de la población. Las ideas, por tanto, evolucionarán a fin de estar cada vez —mejor adaptadas a extenderse y divulgarse. Obsérvese que no hablamos de *ideas* que evolucionan para ser más difundibles, ni tampoco de *personas* que evolucionan para hacerse más cultas e informadas^[78].

El propio Dawkins utilizó esta analogía para ilustrar de qué modo la selección natural pertenece a todo cuanto puede reproducirse, no sólo al ADN. Otros autores la consideran una teoría genuina de la selección cultural. Dicho lisa y llanamente, predice que la evolución cultural funciona de este modo. Un meme impele a quien lo lleva a producirlo y difundirlo, y muta en un cierto receptor, es decir, un sonido, una palabra o una frase es alterado aleatoriamente. Tal vez, como en el filme de los Monty Python *La vida de Brian*, el público que acude a escuchar el Sermón de la Montaña oye mal cuando se dice «Benditos sean los pacíficos» y lo interpreta como «Benditos sean los pastores». La nueva versión es más memorable y llega a imponerse en la mayoría de las mentes. Esta versión es así mismo distorsionada por errores de escritura, pronunciaciones defectuosas y confusiones auditivas, y las más difundibles se acumulan de forma gradual y transforman la secuencia de sonidos. Al

final se expresan con todas las letras. «Es un pequeño paso para el hombre, pero un paso de gigante para la humanidad».

Pienso que el lector convendrá en reconocer que no es así como funciona el cambio cultural. Un meme complejo no surge de la conservación de los errores de copia. Surge porque alguna persona hinca los codos, se estruja los sesos, se arma de ingeniosidad y compone o escribe o pinta o inventa algo. Sin duda, quien lo hace se halla influido por ideas que están en el aire, y pule borrador tras borrador, pero ninguna de estas progresiones opera como lo hace la selección natural. Baste con comparar el input y el output, el borrador o boceto quinto con el sexto, o aquello en lo que se ha inspirado un artista y su obra. No se diferencian por unas pocas sustituciones aleatorias. El valor añadido de cada iteración proviene de centrar la fuerza del cerebro en mejorar el producto, no de transmitirlo por vía oral o copiarlo centenares de miles de veces con la esperanza de que algunas de las inconveniencias y errores resulten útiles.

¡Dejemos de ser literales!, responden entonces alborozados los seguidores de la evolución cultural. Sin duda, la evolución cultural no es una réplica exacta de la versión darwiniana de la selección. En la evolución cultural, las mutaciones están dirigidas y los caracteres adquiridos se heredan. Lamarck, si bien erró en lo que atañe a la evolución biológica, tendría así razón en lo que se refiere a la evolución cultural.

Pero no suele ser así. Lamarck, recordemos, no sólo tuvo mala suerte con su hipótesis sobre la vida en este planeta, sino que en la medida en que se trata de explicar el diseño complejo, la teoría lamarckiana no tenía y no tiene futuro. Enmudece cuando afirma la existencia de una fuerza benefactora del universo o una voz omnisciente que se encarga de hacer todo el trabajo creativo. Afirmar que la evolución cultural es lamarckiana, es confesar que uno no tiene ni idea de cómo funciona. Los rasgos más destacados de los productos culturales, a saber, su ingenio, belleza y verdad (análogos al complejo diseño adaptativo de los organismos) provienen de los cálculos mentales que «dirigen» —es decir, inventan— las «mutaciones» y que «adquieren» —es decir, entienden y comprenden— los «caracteres».

Los modelos de la transmisión cultural ofrecen de hecho una idea de otros rasgos del cambio cultural, en especial los demográficos, a saber, en qué medida los memes pueden llegar a ser populares o impopulares. Pero la analogía debe más al campo de la epidemiología que al de la evolución: las ideas se parecen más a las enfermedades contagiosas que provocan epidemias, que no a genes ventajosos que causan adaptaciones. Explican cómo las ideas se hacen populares, pero no de dónde provienen las ideas^[79].

Muchas personas que no están familiarizadas con la ciencia cognitiva consideran la evolución cultural como la única esperanza para fundamentar en la biología evolutiva rigurosa toda una serie de nociones delicadas como son las ideas y la cultura. Al llevar la cultura al dominio de la biología, razonan, se demuestra cómo

evolució a partir de su propia versió de la selecció natural. De todas formas, hay que advertir que no se trata de un *sequitur* y que los productos de la evolució no tienen por qué parecerse a cómo es la evolució. El estómago se halla firmemente enraizado en el dominio de la biología, pero no segrega aleatoriamente variantes de ácidos y enzimas, ni conserva sólo aquellos que descomponen un poco la comida, por no hablar de que se recombinaran sexualmente y reprodujeran, y así por centenares de miles de almuerzos y cenas. La selecció natural ya pasó por ese monumental proceso de ensayo y error al diseñar el estómago, y ahora el estómago es un procesador químico eficiente, que libera los ácidos y los enzimas correctos cuando se da la seña para que lo haga. De forma similar, un grupo de mentes no tienen que recapitular el proceso de la selecció natural para conseguir tener una buena idea. La selecció natural diseñó la mente para que fuera un procesador de informaci3n y en la actualidad percibe, imagina, simula y hace planes. Cuando las ideas circulan, no son meramente copiadas consignando ocasionales errores tipográficos; son evaluadas, debatidas, mejoradas o rechazadas. En realidad, una mente que aceptara pasivamente los memes del medio en el que vive sería una inútil víctima propiciatoria de la explotaci3n de otras, y rápidamente sería seleccionada en contra.

El genetista Theodosius Dobzhansky escribi3, como por todos es sabido, que nada en la biología tiene sentido si no se mira a la luz de la evolució. Podemos añaadir que nada en la cultura tiene sentido si no se mira a la luz de la psicología. La evolució creó la psicología, y ése es el modo en que explica la cultura. El vestigio más importante de los primeros seres humanos es la mente moderna.

4

EL OJO DE LA MENTE

Mirar es pensar.
SALVADOR DALÍ

Hace algunas décadas aparecieron los hula-hoops, los pósters fluorescentes, las radios de banda ciudadana y el cubo de Rubik. En la década de 1990 la moda fue los autoestereogramas, más conocidos como Ojo Mágico, Deep Vision y Superestereograma. Se trata de tramas de filigranas generadas por ordenador que, al mirarlas bizqueando los ojos o desde cierta distancia, producen la viva ilusión de que hay objetos tridimensionales, contrastados y majestuosamente suspendidos en el espacio. La novedad cuenta ya con una antigüedad de más de cinco años y los autoestereogramas se hallan en todas partes, desde las postales hasta las páginas de Internet. Se los ha presentado en libros y en tiras cómicas como, por ejemplo, *Blondie*, y en comedias de situación conocidas de los telespectadores como *Seinfeld* y *Ellen*. En uno de los episodios de esta última serie, la actriz Ellen DeGeneres entra a formar parte de un club de lectura que ha escogido un libro de estereogramas para aquella semana. Avergonzada por ser incapaz de ver las ilusiones, Ellen dedica toda una noche a practicar por su cuenta, aunque el intento resulta vano. Desesperada, se suma finalmente, a un grupo de apoyo para personas que no «captan» los estereogramas^[1].

Las ilusiones visuales fascinaron a la población mucho antes de que el psicólogo Christopher Tyler, de un modo casual, crease esta sensación en el transcurso de su investigación sobre la visión binocular (con dos ojos)^[2]. Desde hace ya tiempo, un tipo de ilusiones más sencillas a base de líneas paralelas que parecen converger y figuras congruentes que parecen desiguales, forman parte del material promocional que acompaña los paquetes de cereales, se hallan presentes en los pasatiempos de destreza visual de periódicos y revistas, en los museos destinados a los niños y, cómo no, en los cursos de psicología. No cabe duda de que los estereogramas fascinan. Groucho Marx le decía a Margaret Dumont, sacando partido de nuestra fe en que la visión es un camino seguro hacia el conocimiento: «¿A quién vas a creer a mí o a tus ojos?». Decimos, por ejemplo, «mira lo que hago y prescinde de lo que digo» o nombramos las cosas cómo las vemos; decimos «ver es creer» u «ojos que no ven, corazón que no siente»; también disponemos de expresiones como «tenemos un testigo ocular» o «lo vi con mis propios ojos». Pero si una presentación diabólica puede hacernos visualizar cosas que no son, ¿cómo podemos creer en otras ocasiones a nuestros ojos?

Las ilusiones no son meras curiosidades; de hecho, durante siglos han constituido el programa del pensamiento occidental. La filosofía escéptica, tan antigua como la

propia filosofía, puso en tela de juicio nuestra facultad para conocer *algo* y no escatimó en ilusiones para demostrarlo: por ejemplo, el remo en el agua que parece doblarse, la torre cilíndrica que vista a distancia parece plana, la mano fría que percibe el agua como caliente, aunque si la mano está caliente la nota fría. Muchas de las grandes ideas que hicieron fortuna en la Ilustración fueron escotillas de emergencia por las que escapar a las deprimentes conclusiones que de las ilusiones sacaban los filósofos escépticos. Podemos conocer por la fe, podemos conocer por la ciencia, podemos conocer a través de la razón, conocemos que pensamos, y que, por tanto, existimos.

Los científicos que investigan la percepción adoptan un enfoque más claro. Si bien es cierto que la visión no siempre funciona, debe maravillarnos, no obstante, que llegue incluso a funcionar. En la mayoría de las ocasiones no chocamos contra las paredes, ni hincamos el diente en imitaciones de frutas hechas de plástico ni tenemos tampoco mayor inconveniente en reconocer a nuestra madre. El desafío que supone la construcción de robots demuestra, además, que la visión en modo alguno es un hito de orden inferior. Los filósofos de la Edad Media estaban equivocados al pensar que los objetos diseminaban copias diminutas de sí mismos en todas direcciones y que el ojo capturaba unas pocas captando así directamente su forma. Aunque podamos imaginarnos una criatura, como las que aparecen en los relatos de ciencia ficción, que abrazara un objeto con calibradores, lo examinara con sondas y varillas graduadas, hiciera moldes de goma, le extrayera muestras del núcleo y cortara trozos para hacer biopsias, lo cierto es que, no obstante, los organismos en realidad no se permiten estos lujos y cuando perciben el mundo por medio de la vista, tienen que utilizar los haces de luz que reflejan los objetos, proyectados como un calidoscopio bidimensional pulsante, y convergen en cada una de las retinas. El cerebro analiza de una forma u otra ese *collage* en movimiento y alcanza una percepción impresionantemente exacta de los objetos exteriores que la originaron.

La exactitud es impresionante porque los problemas que el cerebro resuelve son, en primera instancia, literalmente irresolubles. Recordemos que en el **capítulo 1** ya dijimos, en relación a la óptica inversa, que la deducción de la forma y la sustancia de un objeto a partir de su proyección era un «problema mal planteado» y que, tal como viene enunciado, carece de una solución única. Así, por ejemplo, una forma elíptica en la retina podría derivar de un óvalo visto de frente o de un círculo que fuera visto con los ojos achinados. Tal como ya vimos, una mancha de color gris, además, podría provenir de una bola de nieve vista en penumbra o de un trozo de carbón, a plena luz del sol. La visión ha evolucionado convirtiendo estos problemas mal planteados en otros solucionables; para ello ha tenido que añadir premisas, es decir, unos supuestos sobre el modo en que el mundo en el cual nuestros antepasados evolucionaron estaba montado por término medio. En lo que sigue expondré cómo, por ejemplo, el sistema visual de los seres humanos «supone» que la materia es cohesiva, que las superficies se hallan coloreadas de forma uniforme y que los objetos no se alinean

caprichosamente dando lugar a configuraciones confusas. Cuando el mundo actual se asemeja al entorno ancestral medio, vemos el mundo tal como es; pero cuando nos encontramos con un mundo exótico en el cual aquellos supuestos son infringidos, ya sea a causa de una cadena de coincidencias desafortunadas o porque un solapado psicólogo ha manipulado el mundo de tal modo que los infrinja, somos víctimas de las ilusiones. Ésta es la razón por la cual los psicólogos están tan obsesionados con el tema de las ilusiones visuales, ya que desenmascaran aquellos supuestos que la selección natural instaló para permitirnos resolver problemas irresolubles y conocer, casi siempre, qué es lo que hay ahí fuera^[3].

De las ramas de la psicología, la percepción ha sido la única que se ha mantenido consistente con la adaptación y ha planeado su tarea al modo de una ingeniería inversa. El sistema visual no existe para que nos entretengamos con modelos y colores hermosos, sino que más bien fue ideado para proporcionar una sensación de las formas y los materiales que en realidad hay en el mundo. La ventaja selectiva es evidente, ya que aquellos animales que conocen dónde se halla la comida, dónde acechan los depredadores y dónde están los acantilados, se alimentan y evitan ser alimentos en el estómago de otros animales, al tiempo que saben cómo moverse cuando se desplazan junto a barrancos.

El enfoque más espléndido de la visión fue el dado por el ya desaparecido David Marr, científico que dedicó su vida a investigar la inteligencia artificial. Marr fue el primero en describir la visión como una resolución de problemas mal planteados, añadiendo para ello supuestos acerca del mundo. Además, Marr fue así mismo un ardiente defensor de la teoría computacional de la mente y ofreció uno de los enunciados más claros acerca de la *utilidad funcional* de la visión. Recogiendo los términos en que la expresó, la visión «es un proceso que, a partir de imágenes del mundo externo, produce una descripción útil para quien ve sin estar abarrotada de información irrelevante».

Puede que resulte extraño leer que el objeto de la visión es una «descripción». Al fin y al cabo, no vamos de un sitio a otro murmurando una narración detallada punto por punto de todo cuanto vemos. Pero, Marr se refería no a la descripción públicamente expresada en el lenguaje que a diario utilizamos, sino a un *mentales* o lenguaje mental interno y abstracto. ¿Qué significa ver el mundo? *Podemos* describirlo con palabras, sin duda, pero también podemos negociarlo, manipularlo física y mentalmente o bien archivarlo en la memoria para cualquier futura referencia. *Todos* estos hitos dependen de la acción de construir el mundo como cosas y materias reales y no como si fueran psicodelias de la imagen retínica. Decimos que un libro es «rectangular» y no «trapezoidal», aun cuando la imagen que se proyecta en la retina sea un trapecio; al asirlo, colocamos los dedos en posición rectangular (y no trapezoidal); construimos estanterías rectangulares (y no trapezoidales) para guardarlo y deducimos que puede servir para calzar un sofá si se ajusta al espacio rectangular que ha dejado la pata debajo del mueble. En algún lugar de la mente

debemos tener un símbolo mental para «rectángulo», proporcionado por la visión pero disponible enseguida para el resto de la mente, tanto aquella que caracterizamos como verbal, como la que no es verbal. Aquel símbolo mental y las proposiciones mentales que captan las relaciones espaciales entre los objetos (por ejemplo, «el libro colocado con la portada boca abajo en la repisa de la estantería que hay cerca de la puerta»), son ejemplos de la «descripción» que Marr consideraba que la visión calculaba^[4].

Si la visión no da una descripción, toda facultad mental —lenguaje, la acción de caminar, la de asir, el hacer planes, la imaginación— necesitaría *su propio* procedimiento que le permitiera deducir que el trapecio reproducido en la retina es un rectángulo en el mundo. Esa alternativa predice que una persona que denomina a un rectángulo inclinado, «rectángulo», puede que aún deba aprender cómo sostener que es un rectángulo, cómo predecir que se ajustará a espacios rectangulares, etc. Es algo que parece imposible. Cuando la visión deduce la forma de un objeto que da lugar a un modelo en la retina, todas las partes de la mente sacan partido de ese descubrimiento. Si bien hay partes en el sistema visual que sacan y desvían información hacia los circuitos de control motor que necesitan reaccionar de forma rápida ante posibles blancos en movimiento, el sistema como un todo no se halla dedicado a ningún tipo de comportamiento, sino que crea una descripción o representación del mundo, expresada en objetos y coordenadas tridimensionales, y no en imágenes retínicas, e inscribe esta descripción en una pizarra que es legible por todos los módulos mentales.

Este capítulo explora cómo la visión convierte las representaciones retínicas en descripciones mentales. De forma paulatina nos remontaremos desde los haces de luz hasta los conceptos de objetos, y más allá de ellos hasta un tipo de interacción entre el ver y el pensar conocido como imaginación mental. Las repercusiones alcanzan al resto de la psique. Somos primates —criaturas altamente visuales— con mentes que evolucionaron en torno a este notable sentido.

Ver en profundidad

Empecemos con los estereogramas. ¿Cómo funcionan y por qué, en cierto porcentaje de personas, no funcionan? A pesar de todos los pósters, libros y rompecabezas, no me consta ningún intento serio de explicarlos a los millones de sus curiosos consumidores^[*]. El hecho de comprender los estereogramas no es sólo un buen modo de captar y comprender las tareas de la percepción, sino que es así mismo un placer para el intelecto. Los estereogramas son un ejemplo más de las maravillosas invenciones de la selección natural, ésta en concreto que opera en el interior de nuestra cabeza.

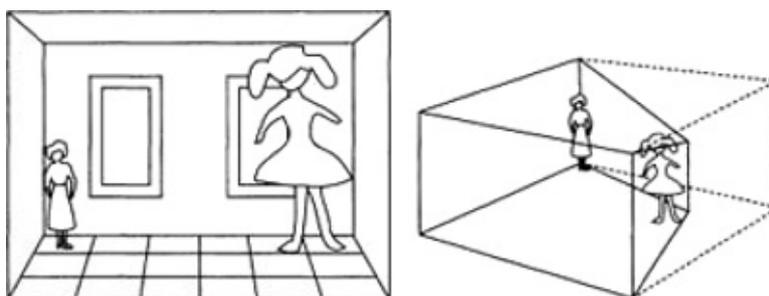
Los autoestereogramas no sólo sacan partido de uno de los descubrimientos acerca de cómo engañar al ojo, sino de cuatro. El primero, aunque resulte extraño decirlo, es la pintura. Estamos tan ahitos de ver fotografías, dibujos, televisión y películas, que olvidamos que se trata de una ilusión, por decirlo así, benévola. Las manchas de tinta o el parpadeo de los puntos fosforescentes nos hacen reír, gritar e incluso llegan a excitarnos sexualmente. Como mínimo, durante treinta mil años los hombres han elaborado pinturas y, contrariamente a ciertas creencias tradicionales que imperan en las ciencias sociales, la capacidad de verlas como pinturas es universal. El psicólogo Paul Ekman causó furor entre los antropólogos al demostrar que los habitantes de las tierras altas de Papua y Nueva Guinea reconocían las expresiones faciales de los estudiantes de Berkeley que aparecían reproducidas en las fotografías. (Las emociones, como todo lo demás, se consideraba que era algo culturalmente relativo). Aquella experiencia con los brouhaha encerraba un descubrimiento aún más básico: el hecho de que los habitantes de Nueva Guinea veían realmente las cosas en las fotografías y no ya como si sólo fuese un papel manchado de color gris.

Pinturas y fotografías explotan la ley óptica de la proyección, la cual es la responsable de que la percepción sea un problema tan difícil. La visión se inicia cuando un fotón (unidad de energía lumínica) es reflejado por una superficie y sale proyectado describiendo una línea que atraviesa la pupila llegando a estimular uno de los fotorreceptores (conos y bastones) que cubren la curvada superficie interior del glóbulo ocular. El receptor emite una señal neuronal que es transmitida al cerebro, y la primera tarea que tiene el cerebro consiste en averiguar de qué lugar en el mundo proviene aquel fotón. Por desgracia, el rayo definido por la trayectoria del fotón se extiende al infinito, de modo que todo cuanto conoce el cerebro consiste en que la mancha que lo ha originado se halla en algún punto a lo largo de aquel rayo; pero, además, a tenor de lo que el cerebro conoce, el punto podría estar situado tanto a un metro, como a un kilómetro, como incluso a años luz de distancia. En el proceso de proyección, la información acerca de la tercera dimensión, la distancia desde el ojo, se ha perdido. La ambigüedad se multiplica de forma combinatoria por los millones de receptores restantes de la retina, cada uno de los cuales es fundamentalmente confuso acerca de la distancia a la que se halla la mancha que lo estimula. Cualquier imagen retínica, por tanto, podría haber sido producida por un número infinito de disposiciones de superficies tridimensionales en el mundo (véase **la figura 3**).

Desde luego, no *percibimos* infinitas posibilidades, sino que apuntamos hacia una, por lo general, bastante aproximada a la que es correcta. Y es llegados a este momento cuando se da una oportunidad a cierto artífice de ilusiones. En efecto, basta con que dispongamos cierta materia de tal modo que proyecte la misma imagen retínica del objeto que el cerebro tiende a reconocer, para que no haya modo de decidir cuál es la diferencia entre una cosa y otra. Un sencillo ejemplo de ello es el ofrecido por una invención de la época victoriana en la cual una mirilla colocada en

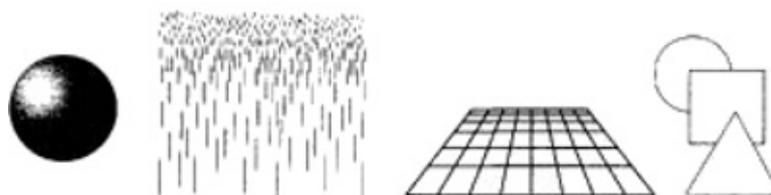
la puerta permitía ver una habitación ricamente amueblada, aunque al abrir la puerta el cuarto aparecía vacío. La lujosa habitación correspondía a una pequeña casa de muñecas que había sido previamente clavada frente a la mirilla de la puerta.

Un pintor que acabó ejerciendo como psicólogo, Adelbert Ames, Jr., se labró una carrera construyendo habitaciones ilusorias de madera a cuál más extraña. En una de ellas, dispuso varillas y placas que colgaban suspendidas de alambres dispuestos, en apariencia, de forma desordenada por toda la habitación. Cuando la habitación era mirada desde el exterior a través de una mirilla practicada en un punto estratégico de la pared, las varillas y las placas de madera se alineaban formando la proyección de una silla de cocina. En otra habitación, la pared posterior estaba inclinada de derecha a izquierda, pero formaba ángulos irregulares que hacían que su lado izquierdo fuera lo bastante bajo como para anular su prolongación por perspectiva, y que el lado derecho fuera lo suficientemente alto para anular su contracción. A través de una mirilla colocada en el lado opuesto, la pared proyectaba un rectángulo. Si bien el sistema visual aborrece las coincidencias, es decir, supone que una imagen regular proviene de algo que realmente *es* regular y que el aspecto que tiene no es debido a la alineación fortuita de una forma irregular, Ames de hecho *alineó* una figura irregular de tal modo que, en cambio, diera una imagen regular, y reforzó su ingenioso truco con ventanas y baldosas adecuadamente distorsionadas. Así, cuando una niña de corta edad se colocaba de pie junto al rincón más próximo al observador y su madre, así mismo de pie, en el más alejado, la niña proyectaba una imagen retínica mayor. El cerebro toma en cuenta la profundidad cuando evalúa el tamaño, razón por la cual en la vida real nunca la silueta borrosa de la niña prevalecerá sobre la de su madre aunque esté situada más lejos. Con todo, en este caso el sentido de la profundidad del observador es víctima de su propia aversión a las coincidencias. Cada centímetro de la pared parece estar a la misma distancia, de modo que las imágenes retínicas de los cuerpos se interpretan fielmente, y la niña parece gigantesca comparada con su madre. Cuando las posiciones respectivas se intercambian, y la niña y la madre se desplazaban por la pared posterior hacia las posiciones que antes ocupaba la otra, la imagen de la pequeña disminuye hasta alcanzar el tamaño de un perro faldero y la madre se alarga hasta alcanzar la talla de un jugador de baloncesto. La habitación de Ames ha sido reproducida en muchos museos de la ciencia y, entre ellos, en el Exploratorium de San Francisco, donde se puede experimentar esta sorprendente ilusión ya sea como actor u observador.



Ahora bien, una *imagen* es sólo un medio más conveniente de disponer las cosas de modo que proyecten un modelo que sea idéntico a los objetos reales. Las cosas que se pretende imitar descansan en una superficie plana, no en una casa de muñecas, y menos aún se hallan colgando de alambres; además, está formada por manchas de pigmentos y no por figuras recortadas en madera. Las figuras de las manchas se pueden determinar sin hacer gala del embaucador ingenio de un Ames. El truco en que se basa la imagen fue enunciado de forma sucinta por Leonardo da Vinci: «La perspectiva sólo consiste en ver un lugar situado detrás de un cristal que es lo bastante transparente como para que se dibujen en su superficie los objetos que se hallan situados por detrás del cristal». Si el pintor mira la escena desde una posición de visualización fija y copia de forma fiel los contornos hasta llegar a plasmar el último de los pelos del perro que pinta, una persona que después mire la pintura desde la posición que ocupaba el pintor recibirá en sus ojos el mismo haz de luz que proyectaba la escena original. Entonces, la imagen y el mundo serán indistinguibles en esta parte del campo visual. Con independencia de cuáles sean los supuestos que impelen a que el cerebro vea el mundo como el mundo que es y no como un conjunto de pigmentos mezclados, también le impelerán a ver la *pintura* como el mundo y no como una mezcla de pigmentos^[5].

¿Cuáles son estos supuestos? Dado que más adelante pasaremos a explorarlos con mayor detalle, por el momento nos limitaremos a dar un enfoque preliminar. Las superficies se hallan uniformemente coloreadas y presentan texturas (es decir, están recubiertas con gránulos, ondas o puntitos regulares), de modo que la iluminación y la perspectiva causan un cambio gradual en las marcas existentes sobre una superficie. A menudo, el mundo presenta figuras paralelas, simétricas, regulares y de ángulos rectos dispuestas sobre un fondo plano, que sólo *parecen* estrecharse en tándem; ese afilado progresivo (conificación) es describible como un efecto de la perspectiva. Los objetos tienen siluetas regulares y compactas, de modo que si al objeto A le falta un trozo que llena el objeto B, entonces ello quiere decir que A se halla por detrás de B, teniendo en cuenta, además, que no se producen accidentes en los que una protuberancia en B encaje y ajuste en el trozo ausente de A. El lector percibirá la fuerza que tienen estos supuestos en esta serie de dibujos lineales, los cuales transmiten una impresión de profundidad.



En la práctica, los pintores realistas no se limitan a embadurnar con pintura las ventanas para componer sus paisajes o retratos, sino que utilizan imágenes visuales de la memoria y una serie de trucos para plasmar lo que pintan en el lienzo. Utilizan,

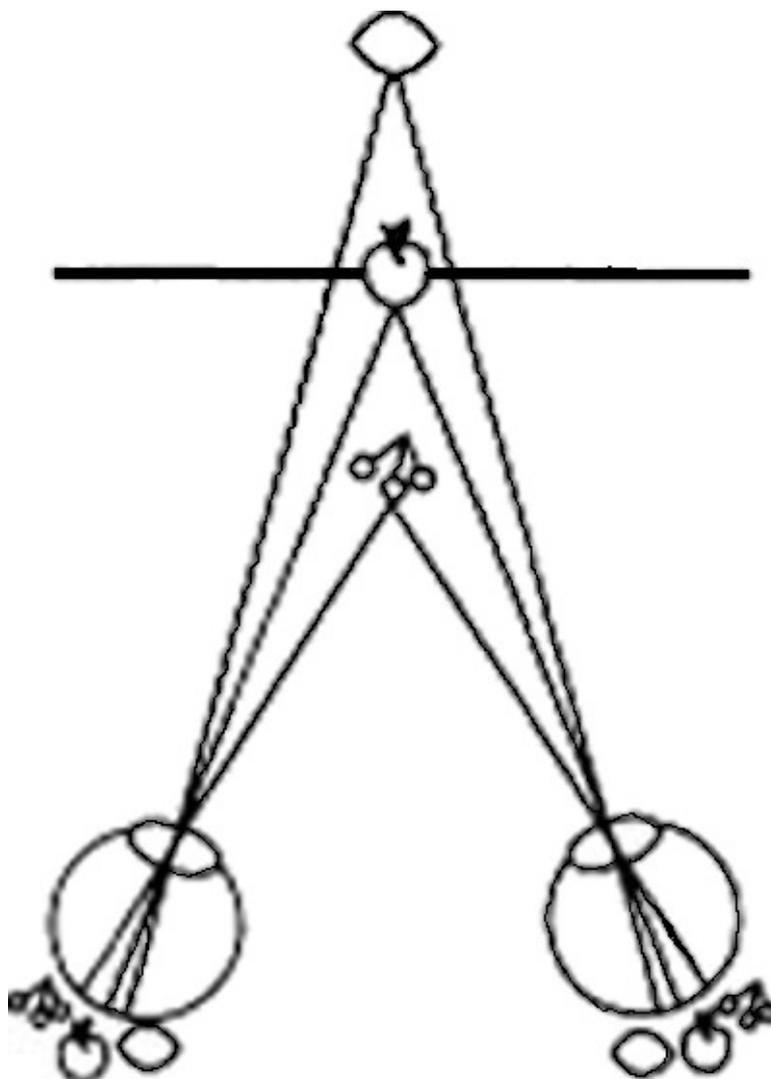
por ejemplo, una cuadrícula de alambre o grabada al aguafuerte en un cristal o, en su caso, cordeles tensados que van desde la escena pasando por alfileres sujetos en el lienzo hasta la cruz filar de visualización, los cuales les permiten proyectar la imagen; algunos ejemplos de este dispositivo son la cámara oscura, la cámara clara y, en la actualidad, la cámara Nikon. Además, desde luego, ningún pintor reproducirá hasta el último pelo del perro cuando lo pinte. Las pinceladas, la textura del lienzo y la forma del marco hacen que la pintura se aparte de la idealización que era la ventana propuesta por Leonardo para explicar el truco de la pintura. Así mismo, casi siempre que contemplamos una pintura, lo hacemos ocupando un lugar distinto al ocupado por el pintor que se hallaba situado frente a aquella ventana de visualización y, por ello, el haz de rayos de luz que recibe el ojo es diferente del que emitía en su momento la escena que era pintada. Ésta es la razón por la cual las pinturas son sólo en parte ilusorias: vemos lo que la imagen representa, pero al mismo tiempo lo vemos *como* una pintura y no como una realidad. El lienzo y el marco nos dan información, y utilizamos de un modo notable esos mismos indicios sobre la pictorialidad para averiguar dónde colocarnos en relación a la pintura y compensar así la disparidad que tenga respecto al lugar previamente ocupado por el pintor. Deshacemos la distorsión de la pintura como si la viéramos desde la perspectiva que tuvo el pintor, e interpretamos correctamente las figuras equilibradas. La compensación trabaja sólo hasta cierto punto. Por ejemplo, cuando entramos a ver una película una vez que ha empezado y nos sentamos en la primera fila, la diferencia entre el lugar en que nos colocamos y el ocupado por la cámara (análogo al lugar del pintor en la ventana de Leonardo mientras pintaba el cuadro) muestra una desviación excesiva, lo cual nos hace ver a los actores alabeados como si resbalaran por un trapecio.



Entre arte y vida existe otra diferencia. El pintor tenía que ver la escena desde un lugar, único. El observador mira furtivamente el mundo desde *dos* lugares panorámicos: el ojo derecho y el izquierdo. Basta con levantar el dedo índice hasta la altura de la frente y mantenerlo entre los dos ojos mientras cerramos primero uno y luego el otro. El dedo oculta partes diferentes del mundo que queda situado detrás. Los dos ojos tienen enfoques ligeramente diferentes, un hecho de la geometría que se conoce con el nombre de paralaje binocular^[6].

Muchas especies animales tienen dos ojos, y dado que siempre apuntan al frente, de modo que sus campos se superponen (en lugar de hacerlo hacia atrás y conseguir una visión panorámica), la selección natural tuvo que haberse enfrentado al problema de combinar las imágenes que aportaban uno y otro, en una imagen unificada que fuera utilizable por el resto del cerebro. Esa imagen hipotética recibe su nombre de aquella criatura mítica que tenía un solo ojo colocado en medio de la frente, el cíclope, miembro de una raza de gigantes dotados de una visión monocular contra los

cuales se enfrentó Ulises en uno de sus viajes. El problema que supone obtener una imagen ciclópea consiste en que no hay modo directo de satisfacer las dos visiones aportadas por un par de ojos. Casi todos los objetos ocupan lugares distintos en las dos imágenes, cuanto más cerca está el objeto, más lejos se halla su facsímil en las proyecciones de los dos ojos. Supongamos que estuviéramos mirando atentamente una manzana situada encima de la mesa y que detrás tuviera un limón y delante, unas cerezas.



Los ojos apuntan a la manzana, de modo que la imagen cae encima de la fóvea de cada uno de los ojos. (La fóvea es la depresión central de la retina, que constituye un punto inactivo con la máxima agudeza visual). Pongamos que la manzana se halla a las seis en punto en ambas retinas. Ahora examinemos las proyecciones de las cerezas, que se hallan situadas más cerca. En el ojo izquierdo, se hallan a las siete en punto, mientras que en el derecho lo están a las cinco en punto y no a las siete. El limón, que está más lejos, proyecta una imagen situada a las cinco y media en el ojo izquierdo y a las seis y media en el derecho. Los objetos que se hallan más cerca que el punto de fijación vagan por el exterior hacia las sienes; los objetos más alejados, en cambio, por dentro hacia el espacio de la nariz.

Pero la imposibilidad de una simple superposición brindó a la evolución una oportunidad. Para calcular a qué distancia se halla el objeto, basta con un poco de trigonometría de grado medio que permita *usarla* diferencia en la proyección de un objeto en los dos ojos, así como el ángulo formado por la mirada de ambos ojos y la separación entre las pupilas de los dos. Si la selección natural construyera un ordenador neuronal para resolver este cálculo trigonométrico, entonces una criatura con dos ojos prescindiría tranquilamente de la ventana de Leonardo y percibiría directamente la profundidad de un objeto. Este mecanismo se denomina visión estereoscópica.

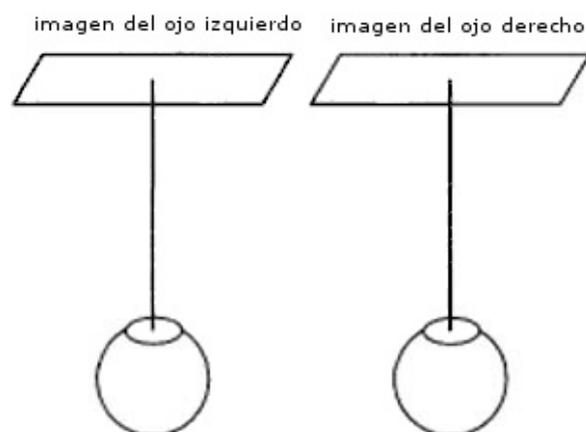
Cuando menos resulta increíble que durante miles de años nadie reparara en ello. Los científicos se limitaron a pensar que los animales tenían dos ojos por la misma razón que tenían dos riñones, es decir, como subproductos de un plan bilateral y simétrico de composición del cuerpo, o tal vez para que les sirviera de recambio si uno quedaba dañado. La posibilidad de una visión estereoscópica se les escapó a Euclides, a Arquímedes y a Newton. Leonardo, por su parte, tampoco se dio perfecta cuenta de ella, ya que se limitó a reparar en el hecho de que, situados ante una esfera, el ojo derecho la ve algo desplazada a la derecha, mientras el izquierdo, algo desplazada a la izquierda; es decir, reparó en la mera diferencia de enfoque. Con sólo que se hubiera servido de un cubo en el ejemplo propuesto y no de una esfera, habría caído en la cuenta de que las formas que adquiere en las retinas son diferentes. Hubo que aguardar hasta el año 1838 para que Charles Wheatstone, un físico e inventor cuyo nombre lleva el puente de resistencia (electricidad), descubriera la visión estereoscópica. Wheatstone escribió lo siguiente:

Ahora veremos cuál es la razón por la cual resulta imposible que un artista obtenga una representación fiel de cualquier objeto sólido cercano, es decir, de que produzca una pintura que en la mente no se distinga del objeto mismo. Cuando la pintura y el objeto son vistos con ambos ojos, en el caso de la pintura dos imágenes *similares* se proyectan en la retina; sin embargo, en lo que al objeto sólido se refiere, las dos imágenes son *disimilares*; por tanto existe una diferencia esencial entre las impresiones en los órganos de la sensación en un caso y en otro, y, por tanto, entre las percepciones que se forman en la mente; por ello la pintura no puede confundirse con el objeto sólido¹⁷.

El carácter tardío del descubrimiento de la visión estereoscópica resulta de por sí sorprendente, ya que en el curso de cualquier experiencia cotidiana nos podemos fijar en ella sin dificultad. Por ejemplo, cerramos un ojo durante unos minutos mientras nos ponemos a andar. El mundo parece entonces un lugar más liso, y no es de extrañar que mientras nos desplazamos de un lugar a otro chocamos con los dinteles de las puertas o que al poner azúcar en una taza de café, lo derramemos fuera. De todas formas, es indudable que el mundo no se aplanaba por completo. El cerebro aún dispone de ciertos tipos de información similares a los presentes en las pinturas o en la televisión como, por ejemplo, el afilamiento por conificación de las imágenes, la oclusión, la colocación sobre un fondo y los gradientes de textura. Lo que es aún más importante, dispone de movimiento. A medida que nos desplazamos, el punto de vista

panorámico cambia de forma continuamente, haciendo que los objetos cercanos pasen mucho más deprisa que los más alejados, los cuales parecen moverse de un modo más lento. El cerebro interpreta el espectro de flujo como un mundo tridimensional en movimiento. La percepción de la estructura del flujo óptico se nos hará evidente si pensamos en el salto al hiperespacio que visualizamos en *Star Trek* o en *La guerra de las galaxias*, así como en los populares salvapantallas de ordenador, en los cuales los puntos blancos que se escapan del centro del monitor transmiten la viva impresión de que quien los mira está viajando por el espacio (aunque las estrellas reales se hallan demasiado lejos para dar esa misma impresión a una tripulación que realice un viaje espacial en la vida real). Todas estas marcas monoculares de profundidad permiten, por ejemplo, a las personas que han perdido por completo la visión en uno de los dos ojos desenvolverse de una forma bastante aceptable en la vida real. El cerebro es un consumidor de información oportunista y hábil, desde un punto de vista matemático, y tal vez ésta sea la razón que nos permitiría entender por qué el uso que el cerebro hace de una señal en concreto, como es la disparidad binocular, pasó durante tanto tiempo desapercibida a los científicos.

Al diseñar con su estereoscopio la primera imagen completamente tridimensional, el estereograma, Wheatstone demostró que la mente transforma la trigonometría en conciencia. La idea es sencilla, ya que se trata de captar una escena haciendo uso de dos ventanas de Leonardo o, lo que es aún más práctico, dos cámaras, cada una colocada en los lugares respectivos donde se sitúan los ojos. Coloquemos la imagen derecha frente al ojo derecho de una persona y la imagen izquierda frente al izquierdo. Si se consigue que el cerebro suponga que los dos ojos contemplan un mundo tridimensional, con diferencias en los enfoques resultantes del paralaje binocular, las imágenes creadas le engañarán y las combinará en una imagen ciclópea en la cual los objetos aparecen posicionados a profundidades diferentes.



Llegado a este punto, Wheatstone se encontró con un problema, que aún hoy constituye un reto para todos los aparatos estereoscópicos. El cerebro ajusta físicamente los ojos a la profundidad de una superficie de dos maneras. En primer lugar, si bien con anterioridad he descrito la pupila como si fuera una mirilla, de hecho dispone de una lente que le permite acumular muchos haces de luz que emanan

de un punto en el mundo, y focalizarlos Codos ellos en otro punto situado ahora en la retina. Cuanto más cerca se halla el objeto, más tienen que curvarse los haces de luz a fin de converger en un punto y no formar un disco borroso, y por tanto más alejada del ojo tiene que estar la lente. Los músculos en el interior del glóbulo ocular han de aumentar el grosor de la lente para enfocar los objetos cercanos, y disminuirlo para enfocar objetos lejanos.



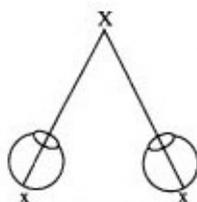
el objeto cercano necesita una lente gruesa



el objeto lejano necesita una lente fina

El proceso de moldeado del grosor de la lente está controlado por el reflejo de enfoque, un bucle de retroalimentación que ajusta la forma de la lente hasta que ésta alcanza el máximo de precisión en el detalle. (Las cámaras de enfoque automático utilizan un dispositivo similar a este circuito ocular). Las películas de cine que están mal enfocadas resultan molestas para el espectador porque el cerebro intenta eliminar la borrosidad acomodando las lentes al cambio de enfoque, algo que resulta del todo vano.

El segundo ajuste físico consiste en apuntar los dos ojos, que se hallan a unos sesenta y cinco milímetros de distancia uno de otro, al mismo punto en el mundo. Cuanto más cerca está el objeto, más tienen que converger los ojos.



objetos cercanos
más tienen que converger los ojos



objetos lejanos
menos tienen que converger los ojos

Los músculos que se hallan sujetos a las paredes laterales del glóbulo ocular hacen converger o divergir los ojos; los músculos son controlados por un circuito cerebral que intenta eliminar las imágenes dobles. (La visión doble a menudo es un signo de que el cerebro está intoxicado, falta de oxigenación o contusionado). El circuito se asemeja al de los telémetros con los que se hallaban equipadas las antiguas

cámaras, en los cuales un prisma, que el fotógrafo enfoca (dado que está ajustado a la lente de la cámara), se encargaba de superponer los enfoques de los dos oculares hasta que las imágenes quedaban alineadas. El cerebro utiliza el principio del telémetro como una fuente a partir de la cual compila información acerca de la profundidad, quizá una que es indispensable. La visión estereoscópica aporta información sólo de la profundidad *relativa*, es decir, de la profundidad situada enfrente o detrás del punto en que los ojos convergen, mientras que *feedback* aportado por el direccionamiento del glóbulo ocular tiene que usarse para anclar un sentido de la profundidad absoluta.

Una vez llegados a este punto, al diseñador de estereoscopios se le plantea un problema. El reflejo de acomodación —o de enfoque para ver nítidamente los objetos— y el reflejo de convergencia se hallan emparejados. Si enfocamos un punto cercano para eliminar el halo borroso, los ojos convergen; si enfocamos uno distante, los ojos se colocan en posición paralela. Si hacemos converger los ojos en un punto cercano para eliminar la visión doble, los ojos moldean las lentes para que enfoquen en primer plano; si hacemos divergir los ojos en un punto lejano, se relajan en grados que varían en función del foco distante. Es este emparejamiento de reflejos el que hace fracasar el diseño más sencillo de un estereoscopio, en el cual una pequeña imagen es colocada frente a cada ojo y ambos apuntan al frente, aunque cada uno a su imagen respectiva. Apuntar los ojos al frente es lo que hacemos siempre que se trata de objetos distantes, y al hacerlo arrastra el foco de cada ojo a la visión a distancia, haciendo que las imágenes parezcan neblinosas. El proceso de enfoque de las imágenes —reflejo de acomodación— hace entonces que los ojos se acerquen —reflejo de convergencia—, de modo que acaben apuntando a la misma imagen en lugar de que cada ojo apunte a una diferente, con lo cual los resultados que se alcanzan tampoco son mejores. Los ojos se mueven hacia fuera o hacia dentro y las lentes se hacen más gruesas o más planas, aunque no en los momentos correctos. Para conseguir una ilusión estereoscópica, se tiene que dar algo más.

Una solución consiste en desemparejar las respuestas. Muchos psicólogos experimentales se han entrenado como si fuesen faquires para llegar a controlar sus reflejos y «fusionar libremente» los estereogramas mediante un acto de voluntad. Algunos consiguen hacer que los ojos converjan en un punto imaginario situado enfrente de la imagen, de modo que el ojo izquierdo mire fijamente la imagen derecha y el derecho, la izquierda, mientras enfocan cada ojo en la imagen que se halla detrás del punto imaginario. Otros dejan los ojos con una mirada perdida en el infinito al tiempo que mantienen el enfoque. Yo no quise ser menos, y cuando supe que William James solía decir que todo buen psicólogo debía dominar una habilidad, dediqué toda una tarde entera a practicar estos ejercicios, aunque si he de ser sincero con el lector, creo que a la inmensa mayoría de los mortales, dados sus importantes compromisos habituales, no se les debe pedir este tipo de dedicación.

El estereoscopio inventado por Wheatstone era un poco rudimentario, ya que se enfrentaba a un segundo problema derivado del hecho de que el tipo de dibujos y daguerrotipos existentes en su época eran demasiado grandes para ser colocados sin que hubiera superposición y traslapo. Además, nadie era capaz de colocar los ojos de tal forma que mirasen sólo la imagen situada a cada uno de los lados, como es capaz de hacerlo un pez. Wheatstone, pues, no tuvo más remedio que colocar una imagen a cada lado, de modo que las dos quedaran enfrentadas como si de dos atriles soportalibros se tratara, y entre ambas colocó dos espejos unidos uno a otro como las dos caras de la tapa de un libro, de modo que cada espejo reflejase una de las imágenes. Para calibrarlo, colocó un prisma delante de cada espejo y los ajustó de tal modo que los dos parecieran superpuestos. Cuando el observador miraba por el prisma y veía las reflexiones de las dos imágenes superpuestas, la escena representada en ambas imágenes adquiría tridimensionalidad. La llegada de mejores cámaras, así como la aparición de la película fotográfica de treinta y cinco milímetros, permitió obtener un diseño manejable que aún hoy en día es el empleado. Las pequeñas imágenes —como siempre, fotografiadas desde dos puntos de vista situados de modo que su posición coincida con la que ocupan los ojos— se colocan una al lado de la otra con un separador perpendicular, que, a modo de orejera, las separa, y se dispone una lente de cristal frente a cada ojo. La lente de cristal libera así al ojo del trabajo que supone enfocar la imagen que está cerca, de modo que se relaja hasta alcanzar el encuadre infinito, lo cual permite espaciar los ojos de modo que apunten en línea recta uno a cada imagen, y las imágenes se fundan fácilmente.

El estereoscopio cumplió en el siglo XIX el papel que la televisión ha desempeñado en el siglo XX. En la época victoriana, las familias y los círculos de amistades pasaban horas agradables dedicados a mirar fotografías estereoscópicas de los bulevares de París, las pirámides de Egipto o las cataratas del Niágara. Aún hoy en día, en las tiendas de antigüedades es posible que los ávidos coleccionistas adquieran hermosos estereoscopios de madera, así como el material necesario para su funcionamiento (tarjetas con pares de fotografías). Una visión moderna del estereoscopio es el View-Master, que habitualmente se vende en las tiendas para turistas de todo el mundo, y que se trata de un aparato económico que permite visionar un anillo de diapositivas estereoscópicas con los principales panoramas de una ciudad^[8].

Una técnica diferente, el anaglifo, superpone ligeramente desfasadas las dos imágenes sobre una superficie y utiliza ingeniosos trucos para que cada ojo vea sólo la imagen que le está reservada. Una aplicación familiar de este tipo de sistema estereoscópico son las gafas de cartón con filtros de plástico coloreado en rojo y azul verdoso que servían a principios de la década de 1950 para visionar aquellas películas en tres dimensiones que tanta curiosidad despertaron entre el público. La imagen destinada al ojo izquierdo se proyecta en rojo, y la del derecho, en azul verdoso, sobre una misma pantalla blanca. El ojo izquierdo mira a la pantalla a través del filtro

azul verdoso, haciendo que el fondo blanco adquiriera la tonalidad azul verdosa, mientras que el azul verdoso destinado al otro ojo se hace invisible; las líneas rojas destinadas al ojo izquierdo aparecen en negro. De forma similar, el filtro rojo en el ojo derecho hace que el fondo adquiriera la tonalidad roja, las líneas rojas sean invisibles y las azul verdoso, negras. Cada ojo capta entonces su propia imagen y, el resultado es que la imagen de aquel cenagoso monstruo procedente de la lejana Alfa Centauro sobresalga de la pantalla en blanco y negro. De todas formas se produce un infortunado efecto secundario: cuando ambos ojos ven patrones muy diferentes con las tonalidades de fondo rojo y azul verdoso, el cerebro es incapaz de fundirlos en una imagen única, de modo que cincela el campo visual como si fuera un mosaico y se producen repetidos movimientos de vaivén cada vez que se ve la parcela de la imagen como azul verdosa o bien como roja, de modo que se genera un efecto desconcertante denominado rivalidad binocular^[*1]. Se puede experimentar un caso atenuado de este efecto alzando un dedo extendido a pocos centímetros de la frente al tiempo que se mantienen los dos ojos abiertos, y la mirada distante de tal modo que permita obtener una imagen doble. Si se presta atención a una de las imágenes dobles, se notará que algunos sectores de la misma se vuelven lentamente opacos, se funden hasta hacerse transparentes, se vuelven a rellenar y así sucesivamente^[*1].

Un mejor tipo de anaglifo es el que utiliza filtros polarizados, y no ya coloreados, tanto en las dos lentes proyecturas como en las gafas de visualización. La imagen destinada al ojo izquierdo es proyectada por el proyector izquierdo con ondas de luz que oscilan en un plano diagonal, como por ejemplo, éste: /. La luz pasa a través del filtro situado enfrente del ojo izquierdo, que tiene rendijas microscópicas dotadas también de esa misma orientación, pero no puede pasar por el filtro situado en el ojo derecho, que contiene rendijas microscópicas con la orientación opuesta, como, por ejemplo, ésta: \. A la inversa, el filtro situado frente al ojo derecho permite que pase sólo la luz que proviene del proyector derecho. Las imágenes superpuestas pueden ser en color, y no incitan a la rivalidad entre los dos ojos. Baste señalar dos ejemplos del uso de esta técnica procedentes ambos de la cinematografía: el primero lo ofrece Alfred Hitchcock en *Crimen perfecto*, consiguiendo un efecto excelente en la secuencia en la cual Margot Wendice interpretada por Grace Kelly alarga la mano para asir las tijeras con las que apuñalar a quien intenta estrangularla; el otro ejemplo, que no obstante, no alcanza el mismo grado de perfección, es de la adaptación cinematográfica (1953) del *Kiss Me Kate* de Cole Porter, en la que hay una secuencia en donde una bailarina canta el solo «Too darn hot» en una mesa del centro mientras lanza pañuelos hacia la cámara.

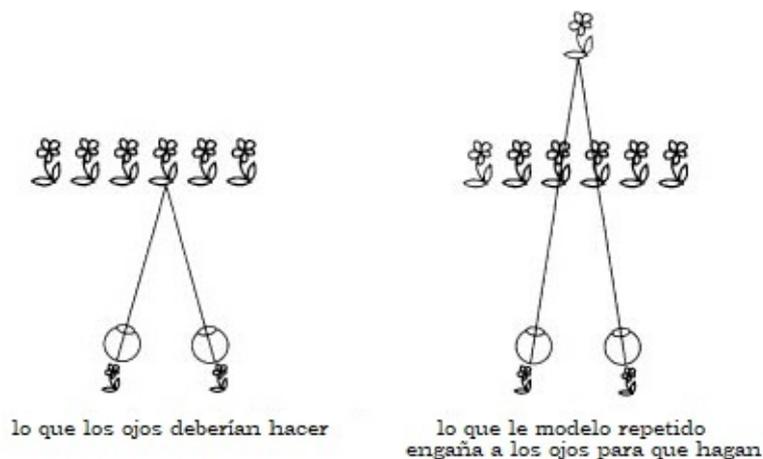
Las gafas anaglíficas que usamos en la actualidad disponen de lentes de cristal líquido (como el que muestra la hora en un reloj digital) que actúan como obturadores silenciosos controlados eléctricamente. En un momento, por ejemplo, uno de los obturadores es transparente mientras el otro es opaco, forzando así a que los ojos miren de manera alterna como si tuvieran delante de cada uno de ellos una pantalla de

ordenador. Las gafas están sincronizadas con la pantalla, en la cual se muestra la imagen destinada al ojo izquierdo cuando el obturador izquierdo está abierto, y la imagen al derecho, cuando lo está el derecho. Además, las visualizaciones se alternan tan deprisa que los ojos apenas si tienen tiempo de notar el parpadeo. Esta tecnología se utiliza también en algunas exhibiciones de realidad virtual. Con todo, habría que decir que el desarrollo presente de la realidad virtual no pasa de ser una versión en tecnología punta del estereoscopio de la época victoriana. Un ordenador muestra cada imagen en una pequeña pantalla de cristal líquido con una lente frente a ella, colocadas frente a cada ojo en el interior de un casco o visor.



Todas estas tecnologías no hacen más que obligar a que el visionador se coloque cierto tipo de aparato o mire a través de él. El sueño que crea el ilusionista sobre un escenario es un estereograma que se puede ver a simple vista, un autoestereograma.

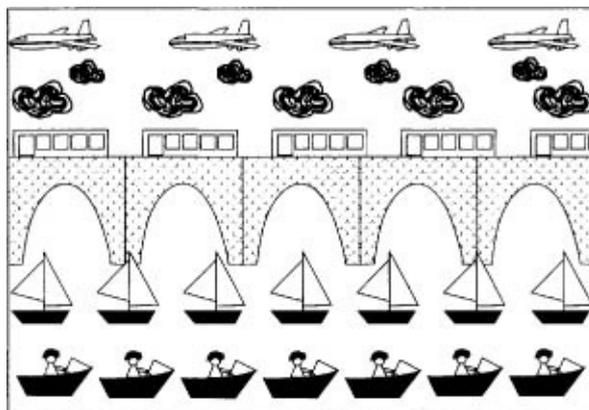
El principio fue descubierto hacia mediados del siglo XIX por David Brewster, un físico escocés que se dedicó también al estudio de la luz polarizada e ideó el caleidoscopio y el estereoscopio de la época victoriana. Brewster se percató de que los modelos repetidos en las barras de los papeles pintados que se usaban para decorar las paredes permitían ver en relieve. En efecto, cada una de las copias contiguas de un mismo modelo, pongamos por ejemplo, una flor, engaña al ojo y hace que sólo se fije en una. Es algo que pasa porque las flores idénticas ocupan los mismos lugares en ambas retinas, de modo que una imagen doble es similar a una imagen única. De hecho, al igual que una camisa mal abrochada, toda una serie de imágenes dobles pueden engranarse falsamente y dar la impresión de una imagen única, salvo en el caso de los extremos, que estarán siempre desparejados. El cerebro, dado que no ve ninguna imagen doble, queda prematuramente satisfecho al haber hecho converger de forma adecuada los ojos, y los fija en una falsa alineación. Al hacerlo, los ojos apuntan a un punto imaginario situado por detrás de la pared, y las flores parecen flotar en el espacio a esa misma distancia. También parecen algo abultadas, porque el cerebro lleva a cabo su trigonometría y calcula lo grande que tendría que ser la flor en esa profundidad para proyectar la imagen retínica que en realidad proyecta.



Un modo sencillo de experimentar este efecto del papel pintado autoestereoscópico se logra al mirar fijamente una pared alicatada con azulejos blancos, situándonos a unos pocos centímetros, es decir, lo bastante cerca para enfocar y hacer que los ojos converjan de forma cómoda en ella. (Mu, chos hombres descubren ese efecto cuando están de pie en un urinario). Los azulejos situados enfrente de cada ojo se fusionan fácilmente y crean una impresión surreal de una pared muy grande de azulejos situada a gran distancia. La pared se comba hacia fuera y, conforme la cabeza se mueve de un lado a otro, la pared parece balancearse en sentido opuesto. Tanto una cosa como otra deberían suceder en el mundo siempre que la pared estuviera realmente a esa distancia mientras se proyecta la imagen retínica actual. El cerebro crea esas ilusiones en su intento precipitado por mantener la geometría del conjunto de la alucinación consistente.

Brewster se percató también de que cualquier irregularidad en el espaciamiento de un par de copias hace que sobresalgan o retrocedan en relación al resto. Imaginemos que las flores atravesadas por las visuales en el diagrama se impriman algo más cerca unas de otras. Las visuales se mantienen juntas y se entrecruzan en un punto más próximo a los ojos. Las imágenes en la retina se ensancharán hasta las sienes, y el cerebro acabará viendo la imaginaria flor como si estuviera más cerca. De forma similar, si las flores se han impreso un poco más separadas, las visuales se cruzarán más lejos, y sus proyecciones retínicas se congregarán tendiendo hacia la nariz. El cerebro alucina el objeto fantasma a una distancia ligeramente mayor.

Dicho todo esto, llegamos a un tipo sencillo de ilusión «ojo mágico», el autoestereograma del papel pintado. Algunos de los estereogramas que aparecen en labros y tarjetas de felicitación muestran hileras de figuras —árboles, nubes, montañas, personas— que se repiten. Al ver el estereograma, cada hilera de objetos se acerca o se aleja y acaba por colocarse a la profundidad que le corresponde (si bien en estos estereogramas, a diferencia de los hechos con filigranas y texturas, no surge ninguna figura nueva; más adelante volveremos sobre ello). Veamos a continuación un ejemplo dibujado por Ilavenil Subbiah:



Es similar al papel pintado de Brewster, pero presenta una separación Q desigual deliberadamente situada que, en modo alguno, como así sucedía en el caso anterior, es fruto de la acción descuidada del decorador. Además, nótese que la imagen da cabida a siete veleros porque se hallan muy juntos, pero en cambio sólo presenta cinco arcadas porque se hallan más espaciadas unas respecto a otras. Cuando se mira detrás de la imagen, los veleros parecen más próximos que las arcadas, porque sus visuales, que no corresponden a un único punto de fuga, se cruzan en un plano que está más cerca.

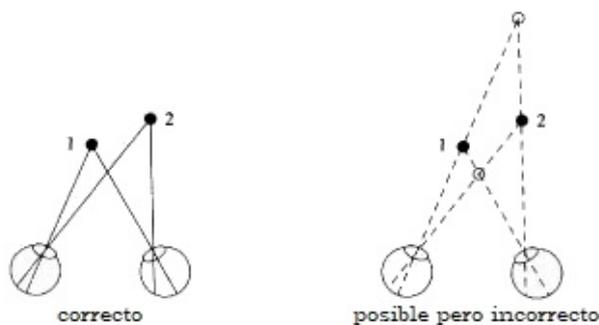
En caso de que el lector no conozca ya el modo de fusionar los estereogramas, puede intentarlo una vez más sosteniendo ahora el libro a la altura de los ojos. Está demasiado cerca para enfocar, de modo que basta con dejar que los ojos apunten al frente y lo vean doble. Acto seguido, alejamos lentamente el libro mientras mantenemos los ojos relajados, «mirando sin ver» el libro, hacia un punto imaginario situado más allá de él. (Hay personas que colocan un cristal o una transparencia en la parte superior del estereograma, de modo que pueden enfocar los reflejos de objetos distantes). Todavía se verá doble el libro, pero el truco consiste en dejar que una de las imágenes dobles se sitúe en la parte superior de la otra y mantenerlas entonces en esa posición como si se tratara de dos imanes. Intente ahora mantenerlas imágenes alineadas. Las figuras superpuestas llegarán a enfocarse de forma gradual y parecerá que se mueven hacia dentro o hacia fuera en diferentes profundidades. Tal como Tyler lo indicó, con la visión estereoscópica sucede lo mismo que con el amor: si uno no está seguro, es que no lo experimenta.

Algunas personas lo consiguen mejor si colocan un dedo a unos pocos centímetros frente al estereograma y enfocan la vista en el dedo, para luego retirarlo al tiempo que mantienen los ojos convergiendo en esa profundidad. Con esta técnica, la pseudofusión resulta de la convergencia de los ojos, de modo que el ojo izquierdo vea una embarcación en la derecha, y el ojo derecho, una en la izquierda. No se alarme, para su sosiego le diré que nadie se ha quedado bizco al intentarlo. Además, de entrada el mayor o menor esfuerzo que se debe realizar para que los ojos converjan dependerá del hecho de tener los ojos ligeramente bizqueantes o, al revés, estrábicos.

Con práctica, casi todo el mundo llega a fusionar autoestereogramas del tipo papel pintado. No se precisa aquella concentración, similar a la de los yoguis, que tienen los psicólogos cuando fusionan libremente estereogramas de dos imágenes, principalmente porque el desemparejamiento del reflejo de fusión y el reflejo de convergencia no se lleva a cabo con la misma intensidad que en el caso del psicólogo. La fusión de un estereograma de dos imágenes exige separar los ojos, de modo que cada uno de ellos permanezca apuntando a una de las dos imágenes. Fusionar un estereograma del tipo papel pintado exige simplemente mantener los ojos lo bastante apartados uno de otro como para que cada uno continúe apuntando a los clones vecinos —imágenes idénticas— *dentro de una única imagen*. Los clones están tan juntos que el ángulo de convergencia no discrepa mucho de lo que el reflejo de acomodación pretende que sea. No le resultará muy difícil al lector sacar partido de este pequeño contoneo en la malla entre los dos reflejos y enfocar un poco más cerca del punto en que los ojos convergen. En caso que le resulte difícil, no quedará otra solución que la seguida por Ellen De Generes y consultar en las páginas amarillas la dirección de un grupo de apoyo.



El truco que hay detrás del estereograma tipo papel pintado —dibujos idénticos engañan a los ojos para que emparejen mal sus enfoques— pone al descubierto un problema fundamental que el cerebro tiene que resolver para ver en estéreo. Antes de medir las posiciones de un punto en las dos retinas, el cerebro tiene que estar seguro de que el punto en la retina proviene de la misma señal en el mundo que el punto presente en la otra retina. Si el mundo contara sólo con una marca, sería fácil. Pero si añadimos una segunda marca, sus imágenes retínicas se emparejarán de dos modos: el punto 1 en el ojo izquierdo con el punto 1 en el ojo derecho, y el punto 2 en el ojo izquierdo con el punto 2 en el derecho, el emparejamiento correcto; o el punto 1 en el ojo izquierdo con el punto 2 en el derecho, y el punto 2 en el izquierdo con el punto 1 en el derecho, un emparejamiento erróneo que conducirá, en cambio, a la alucinación de la existencia de dos marcas fantasmas.



Si añadiéramos más marcas, el problema del emparejamiento se multiplicaría. Con tres marcas, los emparejamientos fantasmas ascienden a seis; con diez marcas, a noventa; con cien marcas, a casi diez millares de pares fantasmas. En el siglo XVI, el astrónomo Johannes Kepler reparó en el «problema de correspondencia» al tener que pensar cómo los ojos que miraban las estrellas emparejaban los millares de puntos blancos y cómo la posición de un objeto en el espacio podía ser determinada a partir de sus múltiples proyecciones. El estereograma de tipo papel pintado funciona persuadiendo al cerebro para que acepte una solución plausible, aunque falsa, para el problema de correspondencia.

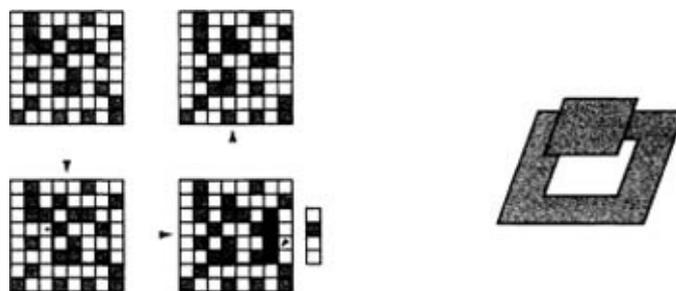
Hasta fecha reciente, se creía que el cerebro resolvía el problema de correspondencia en las escenas cotidianas primero al *reconocer* los objetos en cada ojo y, luego, emparejando las imágenes del mismo objeto. Un limón en el ojo izquierdo se acompañaba, por ejemplo, de un limón en el ojo derecho, unas cerezas en el izquierdo de cerezas en el derecho. La visión en estéreo guiada por la inteligencia de la persona considerada como un todo, podía interceptar los falsos emparejamientos simplemente añadiendo puntos que provenían del mismo tipo de objeto. Una escena típica podía contener millones de puntos, pero contendría muchos menos limones, tal vez sólo uno. De modo que, si el cerebro emparejaba objetos enteros, las posibilidades de que se equivocara al emparejados serían menores.

Con todo, la naturaleza no optó por esa solución. El primer indicio de que esto era así lo dio una de las irregulares habitaciones de Ames. En esa ocasión, el incansable Adelbert Ames había construido una habitación de apariencia rectangular, pero se dedicó a cubrir con hojas cada centímetro del suelo, las paredes y el techo. Cuando a través de una mirilla el observador miraba la habitación con un solo ojo, ésta adquiriría el aspecto de un océano amorfo de color verde. En cambio, cuando la miraba con ambos ojos, adquiriría su forma tridimensional correcta. Ames había construido un mundo que podía ser visto sólo por medio del mítico ojo ciclópeo, no con el ojo derecho o el izquierdo por sí solos. Pero, ¿cómo habría podido emparejar el cerebro la visión de los dos ojos si hubiera tenido que depender del reconocimiento y vinculación de los objetos uno a uno? La visión del ojo izquierdo era «hoja, hoja, hoja, hoja, hoja, hoja, hoja, hoja». La del ojo derecho era «hoja, hoja, hoja, hoja, hoja, hoja». El cerebro se enfrentaba con el problema de correspondencia más difícil imaginable. No obstante, casi sin esfuerzo emparejaba los enfoques y hacía aparecer una visión ciclópea.

La demostración no es irrecusable. ¿Qué sucedería si, por ejemplo, las hojas no llegaran a tapar perfectamente los bordes y los rincones de la habitación? En ese caso, quizá cada ojo tendría una impresión borrosa de la forma de la habitación, y al fusionar las dos imágenes el cerebro conseguiría confiar en mayor medida en la exactitud de las impresiones. La prueba irrecusable de que el cerebro resuelve el problema de la correspondencia sin pasar por el reconocimiento de objetos, provino del uso ingenioso y avanzado para su tiempo que el psicólogo Bela Julesz hizo de los

gráficos generados por ordenador. Antes de huir de Hungría y exiliarse en Estados Unidos, Julesz ejercía como ingeniero de radares y estaba especializado en el reconocimiento aéreo. La actividad de espionaje aéreo se basa en un ingenioso truco basado en el hecho de que las vistas estereoscópicas permiten poner al descubierto los camuflajes. Un objeto camuflado se halla cubierto con marcas semejantes al fondo sobre el que éste se halla colocado, de modo que la línea divisoria entre el objeto y su fondo resulta prácticamente invisible. Pero en la medida en que el objeto no es del todo plano y tiene cierto volumen, al observarlo desde *dos* puntos de vista panorámicos las marcas que tenga aparecerán en posiciones relativamente diferentes en cada una de las tomas, mientras que las marcas del fondo no se habrán movido tanto porque se hallan más espaciadas. El ardid que se utiliza en la técnica de reconocimiento aéreo consiste en fotografiar un sector, proseguir el vuelo unos centenares de metros y volver a fotografiarlo. Las fotografías se colocan una junto a otra y luego pasan a ser procesadas por el ser humano, un detector hipersensible de la disparidad presente en las dos imágenes. Una persona examina de forma literal las fotografías con un visor estereoscópico, como si fuera un gigante que mira hacia abajo desde el cielo, con cada uno de los ojos puesto en cada una de las posiciones desde las cuales el avión tomó las imágenes, de modo que los objetos camuflados surgen en relieve de forma súbita. Dado que un objeto camuflado es, por definición, casi invisible en una única visualización, nos hallamos ante otro ejemplo de ojo ciclópeo que ve lo que ningún ojo real puede ver.

La prueba tenía que provenir del camuflaje *perfecto*, y fue en este punto cuando Julesz utilizó el ordenador. Como objeto destinado a ser visto con el ojo izquierdo, hizo que el ordenador elaborase un cuadrado cubierto de puntos aleatorios, similares a la nieve que aparece en el televisor cuando se termina la programación. Entonces Julesz elaboró con ordenador una copia para el ojo derecho, pero con una peculiaridad: desplazó una mancha de puntos algo más arriba a la izquierda e insertó una nueva barra de puntos aleatorios en el espacio que quedaba vacío a la derecha, de modo que la mancha desplazada quedara perfectamente camuflada. Cada imagen por sí misma parecía uniforme, pero cuando era examinada en un estereoscopio, la mancha parecía que flotaba en el aire.



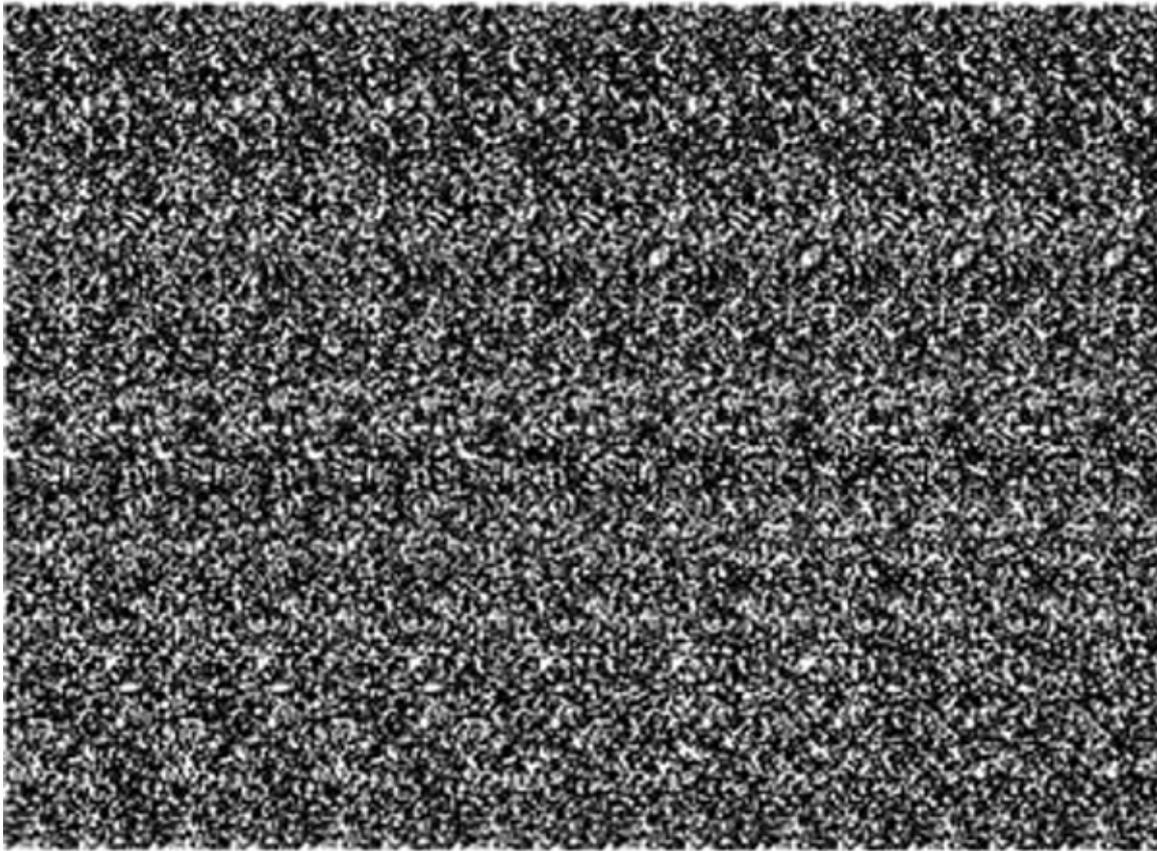
Muchas autoridades en el ámbito de la visión estereoscópica de la época se negaron a creerlo, porque el problema de correspondencia que el cerebro tenía que resolver era simplemente demasiado difícil. Recelaban de que Julesz, de algún modo,

hubiera deslizado fraudulentamente pequeñas marcas talladas detrás de una de las imágenes, aunque era indudable que el ordenador no hacía aquel tipo de cosas. Cualquier persona que contemple un estereograma de puntos aleatorios (RDS) se convencerá inmediatamente de ello.

Todo cuanto tuvo que hacer el colaborador ocasional de Julesz, Christopher Tyler, para inventar el autoestereograma «ojo mágico» fue combinar el del tipo papel pintado con el estereograma de puntos aleatorios. El ordenador generaba una banda vertical de puntos y colocaba copias de ella una al lado de la otra, generando un estereograma tipo papel pintado de puntos aleatorios⁹¹. Pongamos por caso que cada banda tiene diez puntos de ancho numerados del 1 al 10 (utilizando el 0 para representar el 10):

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

y así sucesivamente. Todo grupo de puntos —pongamos por caso «5678»— se repite cada diez espacios. Cuando los ojos se fijan en las bandas vecinas, las pseudofunden, tal como lo hacen con un estereograma del tipo papel pintado, con la diferencia de que, ahora, el cerebro superpone intervalos de puntos aleatorios y no flores. Téngase presente que en el caso del estereograma tipo papel pintado, las copias de un modelo que se han apiñado unas junto a otras flotarán sobre el resto porque sus visuales se cruzan en un punto situado más cerca del observador. Para conseguir que una mancha flote en un autoestereograma de tipo ojo mágico, quien lo diseña identifica la mancha y hace que cada grupo de puntos en su interior se disponga más cerca de la copia más inmediata de la mancha. En la imagen numérica reproducida en la página siguiente he querido hacer un rectángulo flotante. Para ello he recortado dos copias del punto 4 en el intervalo comprendido entre las flechas; las hileras recortadas se ven porque son dos espacios más cortas. En el interior del rectángulo, cada grupo de puntos como, por ejemplo, «5678», se repite cada *nueve* espacios en lugar de hacerlo cada diez. El cerebro interpreta las copias que están más juntas como resultantes de objetos más cercanos, de modo que el rectángulo levita. El diagrama, por lo demás, no sólo muestra cómo se elaboran los autoestereogramas, sino que funciona como un autoestereograma plausible. Si se consigue fusionarlo como si fuera un autoestereograma de tipo papel pintado, saltará a la vista un rectángulo. (Los asteriscos en la parte superior están colocados de tal modo que ayudan a fusionar la imagen; para ello basta con dejar que los ojos oscilen hasta conseguir una imagen doble con cuatro asteriscos; luego, lentamente, se debe proceder a unir las imágenes hasta que los dos asteriscos centrales se fundan, de modo que se vean tres asteriscos en línea y no cuatro. Si, a continuación, bajamos con cuidado la mirada y examinamos el diagrama sin redireccionar los ojos, posiblemente veremos flotar el rectángulo).



Cuando la moda de los autoestereogramas alcanzó de lleno a Japón, pronto se desarrolló como una forma de arte. De los puntos se pasó a tapices que presentaban pequeñas diferencias de nivel en su tramado y eran lo bastante ricos para engañar al cerebro y hacer que éste ajustase los ojos en las bandas vecinas. Si los primeros autoestereogramas comerciales utilizaron filigranas de colores, los japoneses, en cambio, utilizaban flores, olas y hojas. Gracias al ordenador, las formas ya no tenían que ser recortes planos como sucedía en los dioramas. Al proceder a la lectura en coordenadas tridimensionales de los puntos existentes en una superficie, el ordenador desplaza cada uno de los puntos en una cantidad ligeramente diferente y talla así la forma sólida en un espacio ciclópeo en lugar de cambiar en rigor la mancha entera. Las formas suaves bulbosas se materializan como si estuvieran envueltas por plástico transparente.

¿Por qué la selección natural equipó a los seres humanos con una visión ciclópea auténtica, es decir, una capacidad para ver las formas en visión estereoscópica, que ninguno de los dos ojos puede ver en visión monocular, y no con un sistema estereoscópico más sencillo que permitiera, por ejemplo, emparejar limones y cerezas que sí son visibles separadamente por cada ojo? Tyler apunta al hecho de que nuestros antepasados vivían en un espacio similar a la habitación de hojas construida por Adelbert Ames. En efecto, los primates evolucionaron viviendo en los árboles y tuvieron que gestionar su vida en una red de ramas que se hallaban cubiertas por un velo de follaje. El precio que pagaban al fracasar cuando no atinaban a asirse de una

rama era una larga caída al suelo de la selva, situado a varios metros por debajo. Incorporar un ordenador estereoscópico en estas criaturas con dos ojos tuvo que haber sido una empresa a la que la selección natural no pudo sustraerse, pero sólo podía llegar a funcionar si las disparidades se calculaban sobre miles de unidades de textura visual. Además, los objetos singulares que permitían emparejamientos no ambiguos eran demasiado pocos y muy apartados unos de otros.

Julesz apuntaba a otra ventaja que comporta la visión ciclópea. Mucho antes que por los militares, el camuflaje fue descubierto por los animales. Los primeros primates eran semejantes a los prosimios actuales, es decir, a los lémures de Madagascar y a los tarsios de Indonesia y Filipinas, que descubren y capturan a los insectos en los árboles. Muchos insectos se ocultan de los depredadores quedándose inmóviles; con esta acción anulan el dispositivo de detección del movimiento en el depredador, y gracias al camuflaje anulan los detectores de contorno. La visión ciclópea es una contramedida, que evidencia la posición de la presa al modo como el reconocimiento aéreo descubre la existencia de aviones y tanques camuflados. Todo avance en las armas engendra una carrera armamentística en la naturaleza en igual medida que sucede en la guerra. Algunos insectos han conseguido burlar la visión estereoscópica de sus depredadores aplanando mucho sus cuerpos, haciéndose indistinguibles del fondo o convirtiéndose en esculturas vivientes que imitan a la perfección hojas y ramitas, es decir, sirviéndose de una especie de camuflaje tridimensional^[10].



¿Cómo funciona la mirada ciclópea? El problema de correspondencia — emparejamiento de las marcas en un ojo con sus réplicas en el otro— es un enigma tan temible como el de decidir qué fue primero, si el huevo o la gallina. No cabe medir la disparidad estereoscópica de un par de marcas hasta que se ha escogido otro par de marcas para medirlas. Con todo, en una habitación cubierta de hojas o en un estereograma de puntos aleatorios, el emparejador se enfrenta a miles de candidatos posibles. Si, por ejemplo, sabemos a qué distancia se halla una superficie, sabremos hacia dónde mirar con la retina izquierda para encontrar la pareja de una marca que se halla presente en la retina derecha. Pero si supiéramos eso, no habría necesidad ya de una computación estereoscópica, pues tendríamos a nuestro alcance la respuesta. ¿Cómo lo hace la mente?

David Marr señaló que acuden en nuestro auxilio los supuestos intrínsecos acerca de aquel mundo en cuyo seno evolucionamos. Entre los n^2 emparejamientos posibles de n puntos, es probable que no todos provengan de este enorme marco de referencia que es la Tierra. Un emparejador bien ideado considerará sólo aquellos emparejamientos que son probables desde un punto de vista físico.

En primer lugar, cada marca en el mundo real se halla anclada en una posición en una superficie y en un momento dado. De este modo, un emparejamiento legítimo debe emparejar puntos idénticos en los dos ojos que provienen de una única mancha en el mundo. Un punto negro en un ojo se emparejará así con un punto negro en el otro, y no con uno blanco, porque el emparejamiento tiene que representar una posición única en cierta superficie, y esa posición no puede ser a la vez una mancha negra y blanca. A la inversa, si un punto negro se empareja con un punto negro, tienen que provenir de una posición única en cierta superficie del mundo. (Ése es precisamente el supuesto que infringen los autoestereogramas, ya que cada una de sus manchas aparece en *varias* posiciones).

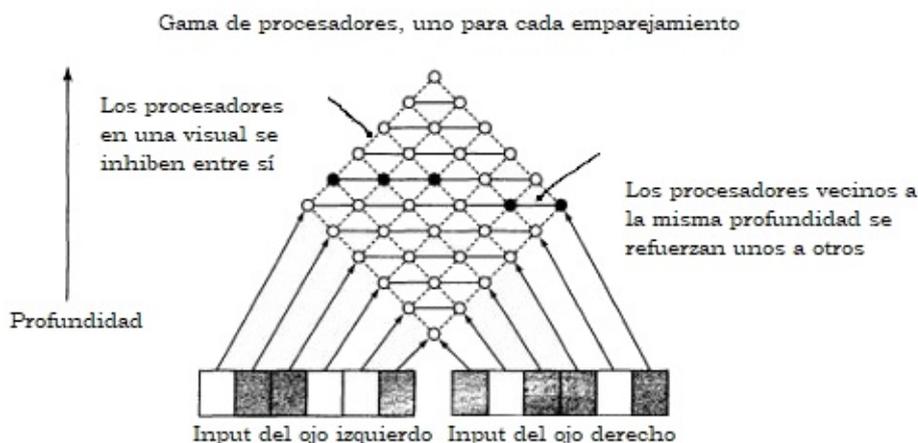
En segundo lugar, un punto en un ojo debe emparejarse con no más de un punto en el otro. Eso significa que una visual que salga de un ojo se supone que terminaría en una mancha en una, y sólo una, superficie del mundo. A primera vista parece como si el supuesto descartara una visual que traspasase una superficie transparente hasta otra opaca, como sucede al ver el fondo de un lago poco profundo. Pero el supuesto es más sutil, ya que sólo descarta aquella coincidencia en que dos manchas idénticas, una en la superficie del lago y la otra en el fondo, se alinean una detrás de la otra desde el punto de vista que ocupa el ojo izquierdo mientras que ambas son visibles desde el ocupado por el derecho.

En tercer lugar, la materia es cohesiva y lisa. Según este supuesto, casi siempre una visual terminará en una superficie del mundo que no se halle de forma drástica más cerca o más lejos que la superficie afectada por la visual vecina. Esto es, las manchas vecinas en el mundo tienden a situarse en la misma, superficie lisa. Desde luego, en los límites de un objeto este supuesto se ve infringido: el contorno de la tapa de este libro puede estar, por ejemplo, a unos sesenta centímetros del lector, pero si usted mira sólo al lado derecho, y se da el caso que sentado frente a la ventana hoy hay luna, puede que simplemente mire la luna, que se halla a un cuarto de millón de kilómetros de distancia. Pero los límites constituyen una pequeña porción del campo visual (en este sentido, por ejemplo, se necesita mucho menos cantidad de tinta para esbozar un dibujo lineal, que para colorearlo), y estas excepciones son tolerables. Aquello que el supuesto descarta es un mundo que tuviera la textura que tienen las tormentas de arena, las nubes de mosquitos, los cables finos, las profundas grietas entre escarpadas cumbres de las montañas, etc...^[11].

Los supuestos parecen razonables en abstracto, pero algo todavía tiene que *encontrar* los emparejamientos que los satisfacen. Los problemas, del tipo el huevo o la gallina a veces se resuelven con la técnica denominada satisfacción de restricciones, que vimos ya en el **capítulo 2** al examinar los cubos de Necker y los acentos del habla. Cuando las partes de un enigma no pueden resolverse una por una, quien quiera solucionarlo tendrá presentes en la mente varias conjeturas acerca de cada parte, comparará las conjeturas para las diferentes partes del enigma y verá cuáles son mutuamente consistentes. Una buena analogía para describir este proceso

es lo que sucede cuando intentamos resolver un crucigrama con la sola ayuda de un lápiz y una goma. A menudo, un indicio para una palabra en las horizontales es tan vaga que cabe esbozar varias palabras a lápiz, y un indicio para la palabra en las verticales es tan impreciso que se deban esbozar varias palabras provisionales. Pero cuando una única de las conjeturas verticales comparte una letra con una cualquiera de las horizontales, ese par de palabras se conserva y los otros se borran. Si imaginarnos que para todos los indicios y todas las casillas a la vez hacemos eso mismo, nos haremos una idea de lo que se entiende por satisfacción de restricciones. En el caso de la resolución del problema de correspondencia en la visión estereoscópica, los puntos son los indicios, los emparejamientos y sus profundidades son las conjeturas y los tres supuestos acerca del mundo son como las reglas que dicen que cada letra de cada palabra tiene que reemplazar una casilla, que cada casilla debe tener una letra que la ocupe y que todas las secuencias de letras tienen que ser palabras correctamente escritas.

La satisfacción de restricciones a veces se implementa en una red de restricciones como la presentada en la **figura 14**. Marr y el neurocientífico teórico Tomaso Poggio diseñaron una para la visión estereoscópica. Las unidades de entrada representan puntos, como los cuadrados de color blanco y de color negro de un estereograma de puntos aleatorios. Alimentan una gama de unidades que representan todos los $n \times n$ emparejamientos posibles de un punto en el ojo izquierdo con algún otro en el derecho. Cuando se activa una de estas unidades, la red conjetura que existe una mancha a una profundidad determinada en el mundo (siempre relativa al lugar en que los ojos han convergido). Ha llegado el momento de presentar una vista panorámica del plano de una red, en el cual se muestra una fracción de las unidades^[12].



El modelo funciona del siguiente modo. Una unidad se activa sólo si capta los mismos inputs (negro o blanco) de los dos ojos, materializando el primer supuesto (cada marca está anclada en una superficie). Dado que las unidades se hallan interconectadas, la activación de una unidad refresca las activaciones de sus vecinas en sentido ascendente y descendente.

Las unidades para diferentes emparejamientos que se disponen a lo largo de la misma visual se inhiben entre sí, materializando así el segundo supuesto (ausencia de marcas coincidentes dispuestas a lo largo de una visual). Las unidades para los puntos vecinos en profundidades próximas se excitan entre sí, materializando de este modo el tercer supuesto (la materia es cohesiva). Las activaciones reverberan por la red y, por último, se estabilizan, y las unidades activadas delimitan un contorno en profundidad. En el diagrama, las unidades rellenas aparecen en un borde que queda suspendido sobre su fondo.

La técnica de satisfacción de restricciones, en la que miles de procesadores elaboran conjeturas provisionales y discuten a fondo unos con otros hasta que surge una solución global, es consistente con la idea general de que el cerebro funciona con una gran cantidad de procesadores interconexos que calculan en paralelo. También pone al descubierto algo de su psicología. Al ver un complicado estereograma de puntos aleatorios no vemos que irrumpa de forma instantánea la figura oculta. Un trozo del borde puede destacar en relación al salpicado de puntos, que entonces alza toda una capa consigo, la cual limpia o refuerza un contorno difuso en el otro lado, y así sucesivamente hasta que la forma en su totalidad se funde y cobra unidad. Si bien experimentamos el surgimiento de la solución, no sucede lo mismo con la lucha de los procesadores por alcanzarla. La experiencia es un buen recordatorio de lo que vemos y pensamos, pero docenas de iteraciones en las que se efectúa el procesamiento de la información se ponen marcha en un nivel que está por debajo de la conciencia.

El modelo Marr-Poggio capta la atmósfera de la computación de la visión estereoscópica que lleva a cabo el cerebro, aunque sin duda nuestro sistema real de circuitos sea más sofisticado. Los experimentos han demostrado que cuando se sitúa a personas en mundos artificiales que infringen los supuestos acerca de la unicidad y la lisura, no ven tan mal como en principio predice el modelo. El cerebro debe usar tipos adicionales de información que le ayudan a resolver el problema del emparejamiento. Por un lado, el mundo no está constituido, como los estereogramas, por puntos aleatorios. El cerebro empareja todas las pequeñas diagonales, las T, los zigzags, los pormenores, etcétera (que incluso un estereograma de puntos aleatorios tiene en abundancia) en los dos ojos. Además, existen muchos menos emparejamientos falsos entre los pormenores de los que existen entre los puntos, de modo que el número de emparejamientos que debe descartarse se ve así radicalmente reducido.

Otro truco utilizado en el emparejamiento consiste en explotar una consecuencia geométrica diferente derivada de la visión binocular, en la cual Leonardo da Vinci ya había reparado: hay partes de un objeto que un ojo ve, pero el otro no. Sujetemos, por ejemplo, una estilográfica en posición vertical frente a los ojos, con el prendedor mirando hacia afuera y orientado a las once en punto. Cuando cerramos primero un ojo y luego el otro, repararemos en que sólo el izquierdo ve el prendedor; el cuerpo

de la pluma estilográfica lo oculta al ojo derecho. ¿La selección natural fue tan astuta al diseñar el cerebro como Leonardo, permitiéndole usar este valioso indicio para establecer los límites de un objeto? ¿O el cerebro ignora ese indicio, apuntando con reticencias cada uno de los emparejamientos falsos como una excepción al supuesto de la cohesión de la materia? Los psicólogos Ken Nakayama y Shinsuke Shimojo han demostrado que la selección natural no ignoró este indicio. Para ello, crearon un estereograma de puntos aleatorios cuya información en profundidad no descansaba en puntos desplazados, sino en puntos que eran visibles para un ojo y eran invisibles para el otro. Aquellos puntos estaban situados en las esquinas de un cuadrado imaginario, con puntos en la parte superior e inferior de las esquinas izquierdas sólo en la imagen destinada a ser vista por el ojo izquierdo. Cuando las personas miraban el estereograma, veían un cuadrado que flotaba y estaba definido por los cuatro puntos, demostrando que el cerebro, en realidad, interpretaba los rasgos visibles sólo para un ojo como procedentes de un contorno en el espacio. Nakayama y el psicólogo Barton Anderson sugirieron la existencia de neuronas que detectan estas oclusiones; responderían a un par de marcas en un ojo, una de las cuales puede ser emparejada con una marca en el otro ojo mientras la otra marca carece de emparejamiento. Estos detectores de límites tridimensionales ayudarían a la red estereoscópica a dirigirse hacia los perfiles de las manchas flotantes^[13].



La visión estereoscópica no se produce como si fuera algo propio de la mera existencia de los dos ojos, sino que, primero, tiene que haberse establecido en el cerebro el sistema de circuitos. Sabemos que es así porque casi un dos por ciento de la población, aunque puede ver perfectamente con cada uno de los glóbulos oculares, no puede ver con el ojo ciclópeo. Para esa proporción de población los estereogramas de puntos aleatorios son aún planos. Otro cuatro por ciento puede ver sólo débilmente en estéreo.

Una minoría mayor experimenta déficits aún más selectivos. Algunos no pueden ver la profundidad estereoscópica detrás del punto de fijación, otros no la pueden ver delante. Whitman Richards, que descubrió estas formas de ceguera estereoscópica, conjeturaba que el cerebro disponía de tres reservas de neuronas que detectan diferencias en la posición de un punto en los dos ojos. Una es para pares de manchas que coinciden exactamente o casi, es decir, para una percepción de la profundidad de «grano fino» en el punto de foco. Otra, para pares de manchas que bordean la zona de la nariz, o sea, para ver objetos lejanos. Una tercera, en fin, para pares de manchas que se acercan a la zona de las sienes, por tanto para objetos más próximos. A partir de los estudios que Richards hizo sobre la base de cerebros de monos y gatos, se han hallado neuronas con todas estas propiedades. Las diferentes tipologías de ceguera

estereoscópica parecen estar genéticamente determinadas, sugiriendo con ello que es una diferente combinación de genes la que instala cada reserva de neuronas^[14].

La visión estereoscópica no se halla presente cuando nacemos, y puede quedar dañada de forma permanente en niños y animales, si uno de los ojos es temporalmente privado de input por una catarata o una mácula. Hasta aquí todo esto suena un poco como la tediosa lección de que la visión estereoscópica, al igual que todo lo demás, debe ser una mezcla de naturaleza y cultura. Pero cabe pensar mejor este hecho si se considera que el cerebro tiene que ser ensamblado primero, y que este proceso requiere una programación de las fases de realización del proyecto que cubren un extenso calendario. El calendario no se interesa por el momento concreto en que el organismo sale del útero, ya que la secuencia de instalación se proseguirá después del nacimiento. El proceso requiere también coyunturas críticas, es decir, la entrada de información que los genes no pueden predecir.

En los niños, la visión en estéreo aparece de forma súbita. En los experimentos realizados, cuando los recién nacidos son llevados a intervalos regulares, semana tras semana, a un laboratorio, los estereogramas parecen no impresionarles durante cierto tiempo y, luego, de forma repentina, les cautivan. En el período de tiempo en torno a esa semana epocal que, en términos generales, coincide con el tercer o cuarto mes de edad, los pequeños logran por primera vez hacer que los ojos converjan de forma adecuada (por ejemplo, si se les acerca un juguete a la nariz lo siguen de forma uniforme) y, a partir de entonces, aquellas presentaciones rivales de cada uno de los ojos —un modelo diferente para cada uno de ellos— que antes les habían resultado interesantes, les son ahora molestas.

No es que los bebés «aprendan a ver en estéreo», sea cual sea el significado que se dé a esta frase. El psicólogo Richard Held aporta una explicación más sencilla. Cuando los niños nacen, cada neurona en la capa receptora del córtex visual *suma* los inputs procedentes de las localizaciones correspondientes en los dos ojos, en lugar de mantenerlas separadas. Con todo, el cerebro no dice de qué ojo proviene un fragmento dado de modelo y, simplemente, funde una visión de un ojo encima de la del otro formando una superposición bidimensional. Al no contar con información acerca de cuál es el ojo del que procede un conjunto de filigranas, la visión estereoscópica, la convergencia y la rivalidad son, desde un punto de vista lógico, imposibles. Hacia los tres meses de edad, cada neurona opta por responder de forma privilegiada a uno de los dos ojos. Las neuronas, que se encuentran en una conexión única de la corriente neuronal, saben entonces cuándo una marca recae en un lugar de uno de los ojos y en el mismo lugar, o a uno ligeramente desplazado, en el otro; es decir, disponen de la materia prima para la visión estereoscópica^[15].

En el caso de los gatos y los monos, cuyos cerebros se han estudiado de forma directa, todo sucede en realidad precisamente de ese modo. Tan pronto como el córtex del animal distingue un ojo del otro, el animal ve los estereogramas en relieve. Este hecho sugiere que, si los inputs son etiquetados de entrada como «ojo izquierdo»

u «ojo derecho», el sistema de circuitos para el cálculo estereoscópico se halla ya instalado y en funcionamiento en una capa más abajo, siempre en el sentido en que circula el flujo neuronal. En los monos, el proceso finaliza a los dos meses de edad, cuando cada neurona se dedica a su ojo dilecto y la cría de mono ve en relieve. En comparación con otros primates, los seres humanos somos seres «*altricialis*»: nacemos pronto e indefensos, y completamos el desarrollo fuera del útero. Dado que los niños humanos nacen antes que las crías de mono en proporción al tiempo de duración de su infancia, la instalación de su sistema binocular de circuitos aparece en una edad posterior, si se toma como punto de referencia la fecha de nacimiento. Dicho de un modo más general, cuando los biólogos comparan los hitos de la maduración del sistema visual en los diferentes animales, algunos de los cuales nacen antes y son inhábiles, otros, más tarde y disponen ya de visión, descubren que la secuencia es muy similar con independencia de que las últimas etapas se desarrollen en el útero o el mundo^[16].

La aparición de las decisivas neuronas fidelizadas al ojo izquierdo y al derecho puede interrumpirse por la experiencia. Cuando los neurobiólogos David Hubel y Torsten Wiesel criaron gatitos y monos a los que habían tapado un ojo, el resultado fue que las neuronas de input del córtex sintonizaron con el otro ojo, dejando al animal funcionalmente ciego del ojo que había permanecido tapado. La lesión tenía un carácter permanente si el ojo era cubierto durante un período decisivo en el desarrollo del animal, aun cuando la privación de la vista hubiese sido breve. En el caso de los monos, el sistema visual es en especial vulnerable durante las dos primeras semanas de vida, y la vulnerabilidad disminuye durante el primer año de vida. El hecho de tapar el ojo de un mono adulto, en cambio, no dejaba lesión, aun cuando permaneciera tapado durante cuatro años.

De entrada, todo ello parecía ser un caso más del adagio «la función hace al órgano», si bien iba a deparar una sorpresa. Cuando Hubel y Wiesel taparon *ambos* ojos a los animales, el cerebro no mostraba una doble lesión. La mitad de las células no presentaba ningún daño. Los estragos en el animal al que se le había tapado con un parche sólo un ojo, se producían no porque una neurona destinada al ojo tapado quedara privada de inputs, sino porque las señales de input procedentes del ojo *destapado* se abrían paso arrinconando los inputs del que estaba tapado. Los ojos compiten por hacerse con el dominio territorial de la capa de input en el córtex. Cada neurona comienza teniendo una ligera propensión hacia uno de los dos ojos, y el input que proviene de aquel ojo exagera esa proclividad hasta que la neurona le responde de forma exclusiva. Los inputs ni siquiera tienen que haberse originado en el mundo, es decir, las ondas de activación procedentes de las estaciones intermedias, que para entendernos son semejantes a las cartas de ajuste, llevan a cabo esta mistificación. La saga del desarrollo, aunque es sensible a los cambios que se dan en la experiencia del animal, no se puede describir de forma exacta como un «aprendizaje», en el sentido de un proceso que registre la información procedente del

mundo. Más bien, al igual que un arquitecto entrega un somero boceto a su delineante para que éste le trace las líneas del proyecto definitivo con precisión, así los genes forman toscamente neuronas específicas para cada uno de los ojos y, entonces, inician un proceso que tiene la garantía de aguzarlas siempre que no medie la intromisión de un neurobiólogo^[17].

Una vez que el cerebro ha segregado la imagen del ojo izquierdo de la del derecho, las capas posteriores de neuronas las comparan buscando las disparidades puntuales que indiquen profundidad. Estos circuitos, así mismo, son modificables por la experiencia del animal, aunque de un modo sorprendente. Si un experimentador hace que un animal sea bizco o estrábico seccionándole uno de los músculos oculares, los ojos apuntan en diferentes direcciones y, en las dos retinas, nunca se verá lo mismo de forma simultánea. Cierto es que los ojos no se separan en 180 grados, de modo que, en teoría, el cerebro aprendería a emparejar segmentos desajustados que, de hecho, traslapan. Con todo, en apariencia no está equipado para aquellos emparejamientos que sobrepasan en más de unos pocos grados la disparidad entre los dos ojos; el animal se desarrolla estereociego y, a menudo, como funcionalmente ciego también en uno de los dos ojos, una afección denominada ambliopía. (La ambliopía suele ser conocida como «ojo vago», aunque es un término confuso, ya que es el cerebro y no el ojo el que es insensible, una insensibilidad que viene causada por la supresión activa por parte del cerebro del input de un ojo en una suerte de rivalidad permanente entre los dos, pero en ningún caso porque el cerebro por vagancia lo ignore)^[18].

Lo mismo sucede en el caso de los niños. Si un ojo es mucho más agudo visualmente que el otro, el niño por lo común se esfuerza en enfocar objetos cercanos y el reflejo que empareja el enfoque y la convergencia retrae el ojo hacia dentro. Los dos ojos apuntan hacia direcciones diferentes (una afección denominada estrabismo), y sus visiones no están alineadas lo bastante cerca para que el cerebro use la información de disparidad que tienen. El niño se desarrolla como ambliope y estereociego, a menos que una intervención quirúrgica hecha a tiempo en los músculos oculares alinee por completo los glóbulos de ambos ojos. Hasta que Hubel y Wiesel descubrieron estos efectos en monos, y Held descubriera trastornos similares en los niños, se consideraba que el uso cirugía en los casos de estrabismo era cuestión de estética y sólo se realizaba en niños en edad escolar. Con todo, hay un período que es crítico para la calibración y ajuste de las neuronas de un ojo y otro, un poco dilatado en el tiempo que el de las neuronas para sólo un ojo, aunque probablemente termina de forma progresiva entre el primer y el segundo año de edad. La cirugía, una vez sobrepasada esta edad, a menudo suele llegar tarde.

¿Por qué razón existe un período crítico y no un estar abiertos a la experiencia durante toda la vida o, simplemente, conexiones rígidas? En los garitos, los monos y los bebés humanos, dado que la cara continúa creciendo después del nacimiento, los ojos forzosamente se van apartando. Los puntos estratégicos que de forma respectiva

ocupan cada uno de ellos cambian, y las neuronas tienen que seguir resintonizando la gama de disparidades interoculares que detectan. Además, los genes no anticipan grado de dispersión de los puntos de vista panorámicos, porque dependen de otros genes, de la alimentación, así como de diversos accidentes. De este modo, las neuronas rastrean la lenta deriva de los ojos que se produce durante la abertura al exterior que supone el desarrollo. Cuando los ojos alcanzan su separación máxima en el cráneo, la necesidad desaparece, momento que coincide con la finalización del período crítico. Con todo, hay ciertos animales, como los conejos, que tienen crías precoces, cuyos cráneos crecen poco y sus ojos se hallan situados al nacer prácticamente en las posiciones que ocuparán cuando sean adultos. (Suelen ser animales, además, sujetos a una pronta depredación, por lo que no pueden permitirse el lujo de una infancia prolongada e indefensa). A las neuronas que reciben inputs de los dos ojos no les es preciso resintonizarse, pues de hecho estos animales, cuando nacen, disponen ya de todas las conexiones necesarias y las establecen sin pasar por un período crítico de sensibilidad hacia el input^[19].

Los descubrimientos hechos acerca de la sintonización de la visión binocular en diferentes especies han abierto un nuevo modo de pensar el aprendizaje en general. Si bien el aprendizaje a menudo se ha descrito como aquel indispensable moldeador del amorfo tejido cerebral, ahora, en cambio, parece como una adaptación innata a las exigencias que jalonan el calendario de ejecución del proyecto de un animal que se ensambla a sí mismo. El gen elabora tanto como puede al animal y, en lo relativo a las partes del animal que no pueden ser especificadas por anticipado (como son las conexiones correctas para los dos ojos que se hallan sometidos a un proceso de desarrollo que los desplaza y los separa a un ritmo a su vez impredecible), el genoma pasa a activar un mecanismo de compilación de información en el momento del desarrollo en que es más necesario. En *El instinto del lenguaje* desarrollé una explicación similar para el período crítico del aprendizaje del lenguaje en la infancia.

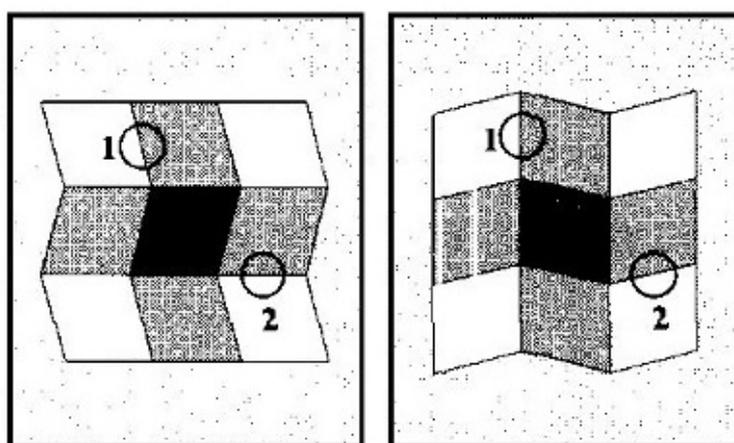


Si he conducido al lector por este recorrido a través de los estereogramas del «ojo mágico» no ha sido tan sólo porque sea divertido comprender cómo funciona la magia. A mi entender, la visión estereoscópica es una de las maravillas de la naturaleza y un paradigma de cómo funcionan las otras partes de la mente. La visión estereoscópica ante todo es un procesamiento de la información que percibimos como un sabor especial de la conciencia, una conexión entre la computación mental y la apercepción que es tan lícita que los programadores informáticos la manipulan para encantar a millones de personas. En diversos sentidos, se trata de un módulo: trabaja con independencia del resto de la mente (no precisa de objetos reconocibles), el resto de la mente trabaja con independencia de ella (se las arregla con otros analizadores de la profundidad o el relieve), impone exigencias particulares al cableado de las

conexiones en el cerebro y depende de principios que son específicos a su problema (la geometría del paralaje binocular). Si bien la visión estereoscópica se desarrolla en la infancia y es sensible a la experiencia, no cabe describirla perspicazmente como algo que sea «aprendido» o como «una mezcla de naturaleza y cultura»; el desarrollo participa de un calendario de ensamblaje y la sensibilidad a la experiencia es una toma de información, por medio de un sistema estructurado, circunscrita en el tiempo. La visión estereoscópica hace alarde de la astuta ingeniería de la selección natural, al sacar partido de teoremas sutiles de la óptica que no fueron descubiertos hasta millones de años más tarde por Leonardo, Kepler, Wheatstone y los ingenieros especialistas en el reconocimiento aéreo. La visión estereoscópica evolucionó como una respuesta a las presiones selectivas que eran identificables en la ecología que dominó la vida de nuestros antepasados. Por último, habría que matizar y tener en cuenta que la visión estereoscópica resuelve problemas insolubles mediante suposiciones tácitas acerca del mundo que, si bien fueron ciertas sin duda en el medio en que evolucionamos, hoy en día no siempre lo son.

Iluminación, sombreado, modelado

La visión estereoscópica es una parte de una etapa temprana y esencial de la visión que calcula las profundidades y explica los materiales de las superficies, pero no es la única. La visión en tres dimensiones no requiere dos ojos. Cabe alcanzar un rico sentido de forma y sustancia a partir de las escasísimas indicaciones presentes en una imagen. Fijémonos en estos dibujos, trazados por el psicólogo Edward Adelson.



El dibujo de la izquierda parece ser una cartulina blanca con una banda vertical de color gris, desplegada horizontalmente e iluminada por arriba. El de la derecha parece una cartulina blanca con una banda horizontal gris, desplegada verticalmente e iluminada por un lado. (Si el lector los contempla fijando la vista el tiempo suficiente, cada dibujo puede cobrar profundidad, como un cubo de Necker, aunque por el

momento lo ignoraremos). Con todo, la tinta utilizada (así como la proyección en la retina) es prácticamente la misma en las dos imágenes. Cada una es una caja en zigzag tipo tres en raya con algunos recuadros sombreados. En ambos dibujos, los cuadrados de las esquinas son blancos, los cuadrados superiores y laterales presentan un color gris claro, y el cuadrado central, gris más oscuro. De algún modo la combinación de sombreado y zigzag los mete en la tercera dimensión y colorea cada recuadro, pero de modos diferentes. Los contornos que llevan la etiqueta «1» son físicamente los mismos en los dos dibujos. En cambio, en el dibujo de la izquierda, el límite se parece a una frontera pintada —una banda blanca próxima a otra gris—, y en el dibujo de la derecha se parece a un límite de perfil y sombreado, una banda blanca que desemboca en una sombra en el otro lado de un pliegue. Los bordes etiquetados con «2» son también idénticos, pero los vemos de modo opuesto: sombra en el dibujo de la izquierda y pintada en el de la derecha. Todas estas diferencias provienen de una caja que hace zig en una dirección, mientras la otra hace zag en la otra.

Para ver tanto en una imagen tan pequeña, el observador tiene que deshacer tres leyes que elaboran imágenes a partir del mundo. Cada una necesita un «experto» mental para llevar a cabo la descomposición de las leyes. Al igual que sucedía en la visión estereoscópica, estos expertos trabajan para permitirnos captar de forma exacta las superficies que hay en el mundo, pero tratan diferentes tipos de información, resuelven diferentes tipos de problemas y elaboran distintos tipos de suposiciones acerca del mundo^[20].



El primer problema es la perspectiva: un objeto tridimensional se proyecta en una forma bidimensional en la retina. Por desgracia, cualquier proyección puede proceder de un número infinito de objetos, de modo que no hay manera de recuperar una forma a partir de su sola proyección (tal como recordaba Ames a quienes observaban sus habitaciones). «Por tanto», la evolución parece como si se hubiera resignado y se limitara a reconocer que «nadie es perfecto». Nuestro analizador de formas se lo juega a suertes y nos hace ver el estado más *probable* del mundo, dada la imagen retínica de que dispone.

¿Cómo calcula un sistema visual el estado más probable del mundo a partir de las evidencias que tiene en la retina? La teoría de probabilidades ofrece una respuesta sencilla, y es el teorema de Bayes, que es el modo más claro de asignar una probabilidad a una hipótesis basada en ciertas evidencias. El teorema de Bayes afirma que las probabilidades que favorecen a una hipótesis sobre otra se calculan a partir de tan sólo dos números para cada hipótesis. Uno es la probabilidad *a priori*: ¿qué confianza merece la hipótesis antes de que ni siquiera se hayan examinado las evidencias? El otro es la verosimilitud: si las hipótesis *fuera*n ciertas, ¿cuál sería la

probabilidad de que siendo las evidencias tal como son ahora, éstas llegaran a verse así? Multipliquemos la probabilidad *a priori* de la hipótesis 1 por la verosimilitud de las evidencias condicionadas por la hipótesis 1; luego, multipliquemos la *probabilidad a priori* de la hipótesis 2 por la verosimilitud de las evidencias que condiciona la hipótesis 2 y, por último, saquemos la proporción entre los dos números: obtendremos la probabilidad a favor de la primera hipótesis.

¿De qué modo utiliza nuestro analizador de línea tridimensional el teorema de Bayes? Apuesta por aquel objeto que, además de estar realmente en la escena, y de ser muy posible que esté presente en otras escenas en general, tiene mayor probabilidad de producir esas líneas. Supone, parafraseando lo que en cierta ocasión dijo Einstein a propósito de Dios, que el mundo es sutil, pero no malicioso.

De este modo el analizador de formas tiene que estar dotado de ciertas probabilidades acerca de la proyección (el modo en que los objetos aparecen en perspectiva) y ciertas probabilidades acerca del mundo (el tipo de objetos con que cuenta). Algunas de las probabilidades acerca de la proyección son en realidad muy buenas. Una moneda, en teoría, puede proyectarse como una línea fina, pero sólo lo hace al ser vista de canto. Si en la escena hay una moneda, ¿cuál es la probabilidad de que la estemos viendo de canto? De hecho, no muy alta, ya que la inmensa mayoría de los puntos de vista proyectan la moneda como una elipse. El analizador de formas supone que el punto de vista que se ha adoptado es *genérico* —y no preparado con la precisión exacta para alinear las cosas al estilo de la habitación de Ames—, y dispone sus muescas como corresponde. Una cerilla, por otro lado, casi siempre *proyectará* una línea recta, de modo que si en la imagen hay una línea, la mejor conjetura es que se trata de un fósforo más que no de un disco, siendo todo lo demás igual.

La presencia de una *colección* de líneas en una imagen reducirá aún más las probabilidades. Por ejemplo, un conjunto de líneas paralelas o casi paralelas rara vez es algo accidental. Las líneas no paralelas en el mundo raramente proyectan líneas casi paralelas en una imagen: casi todos los pares de cerillas que son desparramadas por el suelo se entrecruzan formando ángulos agudos regulares. Pero las líneas que son paralelas, en el mundo, tales como los postes del teléfono, muy a menudo proyectan líneas casi paralelas. De este modo, si en una imagen hay líneas casi paralelas, las probabilidades son favorables a que se trate de bordes paralelos en el mundo. Hay muchas otras reglas empíricas que determinan cuáles son las formaciones tridimensionales en el mundo con que se pueda contar que emitan marcas en una imagen. T e Y pequeñas, ángulos, flechas, patas de cuervos y contoneos paralelos son huellas de otros tantos contornos rectos, esquinas, ángulos rectos y formas simétricas. Los dibujantes de cómics han sacado partido de estas reglas durante milenios, y un taimado analizador de formas las procesa recursivamente apostando sobre qué hay en el mundo^[21].

Con todo, hacer que una verosimilitud sea recursiva, y afirmar que el material paralelo, por lo general, proyecta imágenes casi paralelas, y que, por tanto, líneas casi

paralelas implican materias paralelas, es un error análogo a oír en el exterior el ruido de unas pezuñas que golpean contra el suelo y sacar la conclusión de que se trata de una cebra, porque las cebras tienen pezuñas y, a veces, piafan. La probabilidad *a priori* de que el mundo contenga una cierta entidad —¿cuántas cebras hay, cuántos bordes paralelos hay?— tiene que ser multiplicada. Para que un analizador de formas probabilístico funcione, es mejor que el mundo contenga cantidades abundantes del tipo de objetos que le gusta suponer^[22]. ¿Es así? Un romántico pensaría que el mundo natural es orgánico y blando, que sus bordes duros han sido modelados a la fuerza por todo un ejército de ingenieros. Fue en este sentido que un profesor de literatura dijo recientemente ante sus alumnos: «las líneas rectas que percibimos en el paisaje han sido puestas por el hombre». Un estudiante escéptico, Gail Jensen Sanford, publicó una lista de líneas rectas existentes en la naturaleza, que hace poco fue reeditada en la revista *Harper's*:

La línea de la cresta de una ola al romper; el límite lejano de una pradera; el camino abierto por la lluvia torrencial; las formas de los cristales; las líneas de cuarzo blanco en una superficie de granito; los carámbanos; las estalactitas; las estalagmitas; la superficie de un lago en calma; las rayas de las cebras y los tigres; el pico de un pato; las patas de la lavandera; el ángulo que forma una bandada de aves cuando migran; el picado de un martín pescador; las hojas de los helechos; las espinas de un cactus; los troncos de los árboles jóvenes; las hojas de los pinos; las telarañas; las grietas en la superficie del hielo; los estratos de las rocas metamórficas; las caras de un volcán; los mechones espaciados que forma el viento en los altocúmulos al barrerlos; el límite interior en la cara de la luna cuando se halla en cuarto creciente.

Algunas de estas propuestas son indiscutibles, otras, en cambio, plantean más quebraderos de cabeza que soluciones. (Por ejemplo, la línea del horizonte en un lago o una pradera y el límite interior de la luna en cuarto creciente cuando alcanza la mitad del disco no son líneas rectas existentes en el mundo). No obstante, el planteo del tema es correcto. En efecto, son muchas las leyes del mundo que le confieren bonitas formas analizables. Por ejemplo, el movimiento, la tensión superficial y la gravedad forman líneas rectas. La gravedad forma, además, ángulos rectos y la cohesión hace que los contornos sean lisos. Los organismos que tienen movilidad se desarrollan tendiendo hacia la simetría. La selección natural moldea las partes que constituyen a estos organismos como si fueran herramientas, duplicando así en el mundo natural aquella exigencia propia del ingeniero humano consistente en disponer de partes bien mecanizadas. Las grandes superficies reúnen modelos con tamaños, figuras y espaciamientos más o menos iguales: grietas, hendiduras, hojas, guijarros, arena, ondas, rizos, agujas. Las partes del mundo que parecen haber sido talladas y encoladas no sólo son las más recuperadas por el analizador de formas, sino que, en realidad, su recuperación tiene más valor. Son signos indicadores de fuerzas poderosas que cubren y moldean el entorno que tienen a mano y merecen mayor atención que no los montones apilados de basura aleatoria^[23].



Aun el mejor analizador de líneas se halla equipado tan sólo para procesar un mundo que no deja de ser una caricatura. En efecto, las superficies no se hallan simplemente limitadas por líneas, sino que están compuestas de materiales. Nuestro sentido de la luminosidad y del color es el modo que disponemos para aquilatar los materiales. Por ejemplo, si nos abstenemos de hincarle el diente a una pieza de fruta de plástico es porque el color nos hace caer en la cuenta de que su materia no es carnosa como las frutas.

Analizar la materia a partir de la luz que refleja es una tarea propia de un especialista en reflectancia. Diferentes tipos de materia reflejan luz en diferentes longitudes de onda y diferentes cantidades. (Para no complicar más las cosas, me limitaré al caso del blanco y el negro; el color es, aproximadamente, el mismo problema pero triplicado). Por desgracia, una cantidad dada de luz reflejada podría ser originada por un infinito número de combinaciones de materia y luz. Un centenar de unidades de luz podrían resultar de un trozo de carbón que refleja el diez por ciento de la luz que desprenden mil velas o de un trozo de nieve que refleja el noventa por ciento de la luz que emiten ciento once velas. Por tanto, no hay modo infalible alguno de deducir cuál es el material de que está hecho un objeto partiendo de la luz que refleja. El analizador de luminosidad tiene que expresar como un producto de dos o más cantidades el nivel de iluminación. Se trata de otro problema mal planteado que equivale exactamente al que se plantea cuando se da un número y se pide averiguar cuáles fueron los dos números que se multiplicaron para obtenerlo. El problema sólo se puede resolver a base de añadir supuestos.

Una cámara se enfrenta a la misma tarea, es decir, cómo hacer que la bola de nieve, por ejemplo, sea igual de blanca tanto dentro como en el exterior. El fotómetro de una cámara, que controla la cantidad de luz que debe llegar a la película, expresa dos supuestos. El primero es que la iluminación es uniforme: la escena a fotografiar en su conjunto estará al sol o a la sombra, o bajo un foco de luz eléctrica. Cuando este supuesto es infringido, el resultado que obtiene el fotógrafo aficionado desanima. Sin ir más lejos, la fotografía de la tía Mimi me salió como una silueta borrosa que tenía al cielo azul como fondo porque el exposímetro de la cámara estaba preparado para captar su rostro a la sombra, cuando, de hecho, el cielo estaba directamente iluminado por el sol. El segundo supuesto es que la escena es, por término medio, un semigrís. Por ejemplo, si se reúne una colección aleatoria de objetos, los muchos colores y luminosidades generalmente alcanzarán un promedio que será un sombreado en semigrís que reflejará el diez por ciento de la luz. La cámara «supone» que examina una escena promedio y se obtura dejando entrar sólo la luz suficiente para que la zona media de la gama de luminosidad en la escena salga reproducida en la película como un color semigrís. Las manchas que son más claras que la media se revelan en gris pálido y color blanco; las manchas que son más oscuras, en gris oscuro y color negro. Pero cuando el supuesto falla y la escena no da una media de gris, la cámara se confunde. Una foto de un gato negro sobre un terciopelo negro se revela como

semigrís, una foto de un oso polar sobre el hielo ártico se revela como semigrís, etc. Un fotógrafo experto analiza el grado en que difiere una escena de la media y aplica diferentes trucos para compensarla. Uno tosco, pero efectivo, consiste en colocar en la escena una cartulina de color semigrís (que refleje exactamente el dieciocho por ciento de la luz), apoyarla sobre el objeto y calibrar el exposímetro tomando como referencia la cartulina. Entonces se satisface la suposición que la cámara hace acerca del mundo, y su estimación del nivel de luminosidad ambiente (obtenida dividiendo la luz que refleja la cartulina por el dieciocho por ciento) resulta ser correcta^[24].

Edwin Herbert Land (1909-1991), inventor del filtro de polarización y la cámara instantánea Polaroid Land, se enfrentó a este problema, que es aún más desafiante en la fotografía en color. La luz que proyectan los focos de luz es naranja; la luz de los fluorescentes es de color oliva; la del sol amarilla y la del cielo, azul. Nuestro cerebro de algún modo consigue factorizar el color de la iluminación, tal como factoriza la intensidad de iluminación, y ve un objeto en su color correcto en toda esa gama de luces, pero las cámaras fotográficas, en cambio, no, pues a menos que emitan su *propia* luz blanca con un flash, reproducen una escena interior con un denso matiz oxidado, una escena sombreada como un azul pastoso, etc. Un fotógrafo bien informado optará por comprar una película especial o aplicará un filtro enroscable a la lente para compensar, y un buen técnico de laboratorio corregirá el color al positivar la fotografía, algo que escapa a las posibilidades de una cámara instantánea. De modo que Land se decantó por el problema práctico de eliminar la intensidad y el color de la iluminación, un problema que se conoce como fidelidad cromática.

Pero Land era un ingenioso hombre de ciencia de formación autodidacta en el campo de la percepción, interesado por cómo el cerebro resuelve el problema. Instaló un laboratorio de percepción del color y desarrolló una teoría inteligente de la fidelidad cromática. Su idea, denominada *teoría Retinex*, atribuía a quien percibe varios supuestos. El primero consistía en que la luz terrestre y la iluminación resultante es una rica mezcla de longitudes de onda. (La excepción que demuestra la regla es la lámpara de vapor de sodio, el tipo de alumbrado fijo que encontramos en aparcamientos, calles y autopistas. Esta lámpara emite una reducida gama de longitudes de onda que nuestro sistema de percepción no puede factorizar: los objetos y los rostros aparecen teñidos de un mortecino color amarillo). El segundo supuesto consiste en que los cambios graduales en el brillo y el color del campo visual provienen con toda probabilidad del modo en que la escena está iluminada, mientras que las transiciones bruscas derivan probablemente de la frontera en la cual termina un objeto y empieza otro. Para no complicar aún más las cosas, diremos sólo que Land comprobó su teoría con personas y que elaboró un modelo de mundos artificiales compuesto por dos manchas rectangulares bidimensionales, a los que denominó, en honor al pintor holandés Piet Mondrian, «Mondrians». En una iluminación mondriana lateral, una mancha amarilla en un borde refleja una luz muy diferente a la que refleja la misma mancha amarilla en el otro. Con todo, un

observador humano las percibirá ambas como amarillas, y el modelo Retinex, que elimina el gradiente de iluminación de un borde a otro, también.

Si bien la teoría Retinex era un buen punto de partida, resultó ser demasiado simple. Uno de sus problemas era el supuesto de que el mundo es como un Mondrian, es decir, un enorme plano liso. Retomemos los dibujos de Adelson que aparecen como **la figura 34**, que en este contexto son otros tantos Mondrians dispuestos en zigzag. El modelo Retinex traca todos los límites angulosos de forma indistinta e interpreta el Borde 1 en el dibujo de la izquierda como el Borde 1 en el de la derecha. En cambio, para el lector, el de la izquierda parece un límite entre bandas de diferentes colores, y el de la derecha, una simple banda que está desplegada y en parte sombreada. La diferencia resulta de la interpretación que hacemos de la figura tridimensional. El analizador de forma ha combado los Mondrians en divisores de cámaras o ambientes rayados; el modelo Retinex, en cambio, los ve como si fuera un mismo y antiguo tablero de ajedrez. Sin duda, algo se ha perdido por el camino^[25].



Ese algo es el efecto de la inclinación en el sombreado, es decir, la tercera ley en virtud de la cual una escena se convierte en una imagen. Una superficie situada frente a una fuente lumínica refleja una cantidad abundante de luz porque ésta impacta de lleno en la superficie y rebota directamente de nuevo. Una superficie enfocada casi en paralelo respecto a la fuente refleja mucha menos luz, porque casi toda ella simplemente la roza y prosigue su trayectoria. Si el observador se coloca cerca de la fuente de luz, su ojo recogerá más luz si la superficie está colocada de frente que cuando la tenga casi de perfil. Cabe apreciar esta diferencia si se dispara un flash a un trozo de cartulina gris y se la hace rotar.

¿De qué modo el analizador de sombreado aplica, invertida, la ley y averigua cómo se halla inclinada una superficie basándose en la luz que refleja? Los beneficios exceden la estimación de la inclinación de un panel. Muchos objetos, como los cubos y las piedras preciosas, constan de caras inclinadas, de modo que recuperar las inclinaciones es un modo de averiguar cuál es su figura. De hecho, cualquier figura cabe considerarla una talla hecha de millones de diminutas facetas. Aun cuando la superficie sea suavemente curva de modo que las «facetitas» se encojan hasta ser puntos, la ley del sombreado se aplica a la luz que sale de cada punto. Si la ley pudiera aplicarse de forma recursiva, nuestro analizador de sombreado podría aprehender la figura de una superficie registrando la inclinación del plano tangente que descansa en cada punto. Por desgracia, una cantidad de luz que es reflejada por una mancha puede resultar de una superficie oscura que está enfocada hacia la luz o de una superficie iluminada puesta por completo al bies, de modo que no hay un modo infalible alguno de recuperar el ángulo de una superficie a partir de la luz que refleja, sin recurrir a una serie de supuestos adicionales.

Un primer supuesto es que la iluminación de la superficie es uniforme: según nos dice este supuesto el mundo es como si estuviera hecho de escayola. Cuando las superficies se hallan pigmentadas de forma desigual, se infringe este supuesto y nuestro analizador de sombreado quedará sumido en la confusión. Así es. Las pinturas y las fotografías son el ejemplo más claro. Otro, algo menos evidente, es el contrasombreado del camuflaje en el reino animal. Las pieles de muchos animales van del lomo al vientre siguiendo un gradiente que anula los efectos de la luz en sus figuras tridimensionales. Con ello, la figura del animal se aplanan, haciendo que sea más difícil detectarlo para el analizador de la figura a partir del sombreado que opera por medio de supuestos y se halla en el cerebro del depredador. El maquillaje, es otro ejemplo. Cuando se aplica en cantidades no muy abundantes, el pigmento sobre la piel hace que el espectador se confunda y vea la carne y el hueso como si tuvieran una forma más ideal. Un retoque oscuro en cada uno de los lados de la nariz, los hace aparecer como si estuvieran expuestos en un ángulo más llano a la luz, lo cual hace que la nariz parezca más pequeña. Un poco de maquillaje en el labio superior consigue el efecto contrario: el labio parece interceptar de frente la fuente de luz dando la impresión de ser más carnoso, procurando a los labios aquel aspecto protuberante que les hace ser tan deseables^[26].

Un analizador de forma a partir del sombreado tiene que hacer otras suposiciones. Las superficies del mundo están hechas de miles de materiales y la luz impacta y rebota en sus superficies inclinadas de maneras diferentes. Una superficie mate, como el yeso o el papel estucado, se rige por una ley simple, y el analizador de sombra del cerebro a menudo parece suponer que el mundo es mate. Las superficies glaseadas, las pátinas, las pelusas, los hoyos y los pinchos hacen con la luz otras cosas aún más extrañas, y pueden engañar al ojo.

Un famoso ejemplo es la cara de la luna llena, que si bien parece un disco plano, de hecho es una esfera. En general, no nos supone ningún problema ver las otras esferas a partir de su sombreado, como sucede, por ejemplo, en el caso de las pelotas de ping-pong y, además, cualquier artista puede esbozar una esfera a lápiz carbón. El problema de la luna consiste en el hecho de que está salpicada de cráteres de todos los tamaños, la mayoría demasiado pequeños para ser atisbados desde la Tierra, que se combinan dando lugar a una superficie que se comporta de forma diferente al ideal mate que da por sentado nuestro analizador de sombreado. El centro de la luna llena se orienta directamente de frente al observador, y en este sentido será más brillante; pero dado que tiene hoyuelos y grietas cuyas paredes son vistas de bias desde el punto privilegiado terrestre que ocupa el observador, ello hace que el centro de la luna parezca más oscuro. Las superficies cercanas al perímetro de la luna rozan la visual y parecerán más oscuras, a pesar de que presentan las paredes de sus depresiones naturales directamente de frente y reflejan gran cantidad de luz, haciendo que el perímetro parezca más claro. En la luna en su conjunto, el ángulo de su

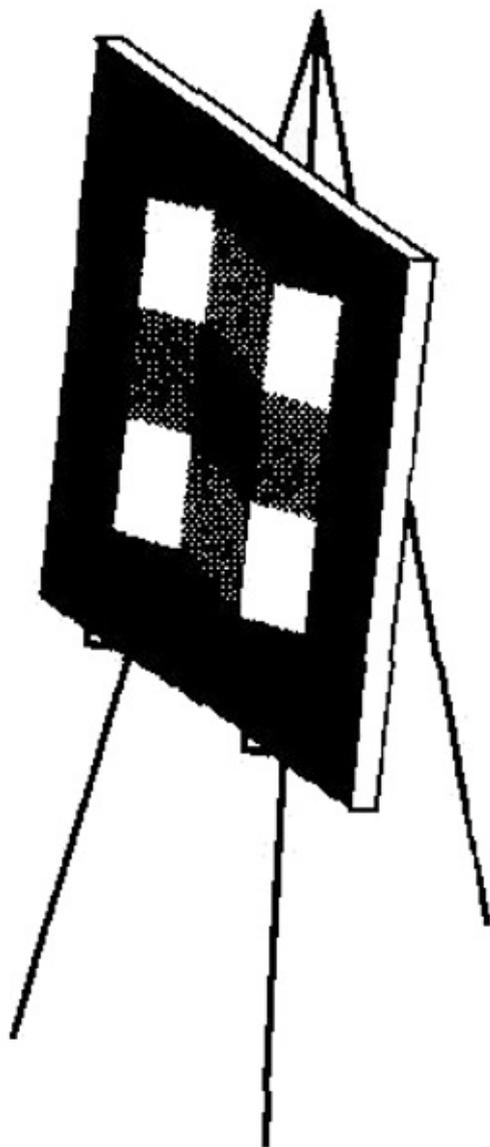
superficie y los ángulos de las caras de sus cráteres se anulan, de modo que todas las zonas reflejan la misma cantidad de luz y el ojo la ve como un disco^[27].



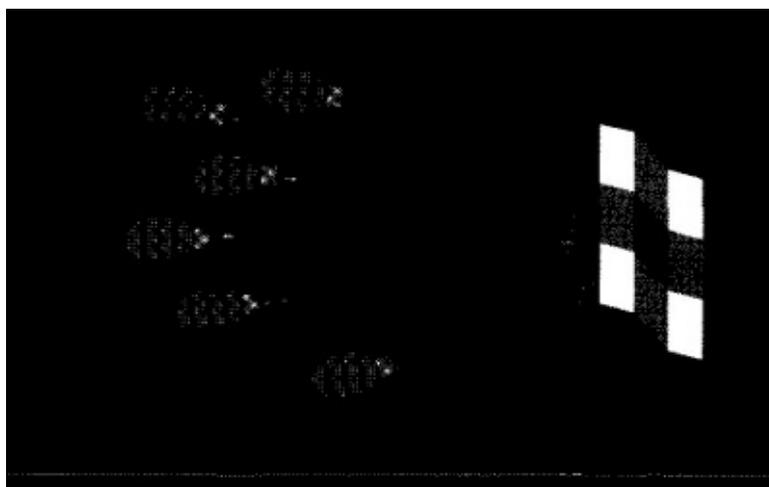
Si tuviésemos que depender de cualquiera de estos analizadores, comeríamos cortezas y nos despeñaríamos por los riscos. Cada analizador hace suposiciones, pero a menudo otros analizadores las contradicen. El ángulo, la figura, el material, la iluminación, se hallan revueltos, aunque de algún modo logramos descifrar el batiburrillo y ver una figura, con un color, en un ángulo, en un tipo de luz. ¿De qué modo lo logramos?

Adelson y el psicólogo Alex Pentland expresaron una pequeña parábola sobre la base de la ilusión visual en zigzag que antes expusimos. Supongamos que somos un escenógrafo que debe construir un decorado teatral que tenga el mismo aspecto que el diagrama de la derecha. Visitaremos un taller donde los especialistas construyen decorados para producciones teatrales. Uno de ellos es un luminotécnico, otro pintor y un tercero, planchista. Les mostramos la imagen que queremos y les pedimos que construyan un decorado que se le asemeje. En efecto, estos especialistas tienen que hacer lo que hace el sistema visual: dada una imagen, averiguar la disposición de materia y luz que podrían haberla producido.

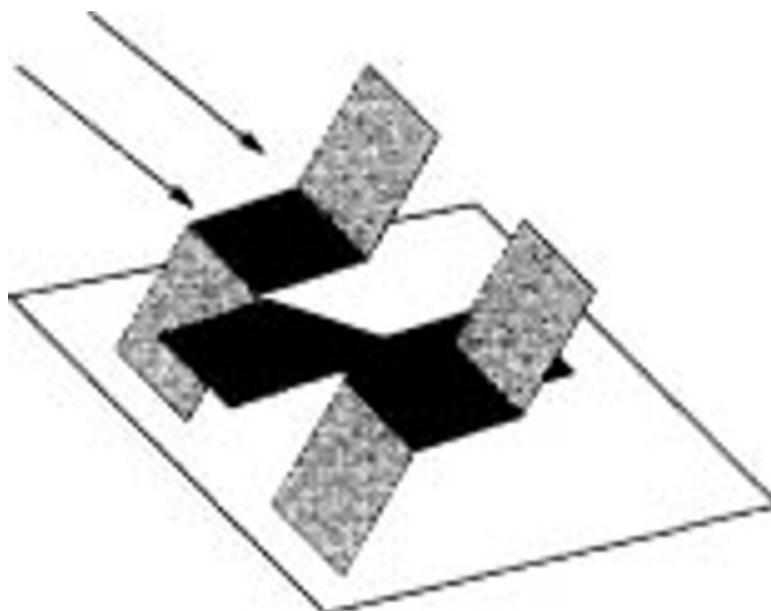
Los especialistas pueden satisfacer el pedido que les hemos hecho de muchos modos. Cada uno podría realizarlo casi exclusivamente por su cuenta. El pintor podría limitarse a pintar la disposición de los paralelogramos en una plancha lisa de metal y pedir al luminotécnico que la iluminara con un único flujo de luz:



El luminotécnico podría tomar por su cuenta una plancha blanca y establecer nueve puntos de luz a medida, cada uno con una máscara y filtro especial, destinados a proyectar nueve paralelogramos en la plancha (en el dibujo aparecen sólo seis de los nueve puntos de luz):



El planchista podría combar el metal para que adoptara las formas especiales que una vez iluminadas y vistas desde el ángulo correcto darán lugar a la imagen:



Por último, la figura podría ser producida a través de la cooperación de los diversos especialistas. El pintor pintaría una banda que pasara por el medio de una plancha de metal cuadrada. El planchista la combaría dándole forma de zigzag y el luminotécnico iluminaría la pieza resultante con un flujo de luz. Así es, ciertamente, cómo un ser humano interpreta la imagen.

Nuestro cerebro se enfrenta al mismo apuro que el escenógrafo de la parábola anterior. Una vez admitimos un «experto» mental que hipotetiza sobre las superficies pigmentadas existentes en el exterior, éste podría explicar cualquier cosa en la imagen en términos de una pintura: el mundo sería contemplado como un magistral *trompe l'oeil*. De forma similar, un experto en luminotecnia en la cabeza nos diría que el mundo es una película. Dado que estas interpretaciones no son deseables, de algún modo trataremos de que estos especialistas de la mente no las hagan. Un modo sería forzarles a seguir con sus supuestos, pase lo que pase (color e iluminación son uniformes, las figuras, regulares y paralelas), pero es un proceder demasiado extremo. El mundo no es siempre un montón de bloques en un día soleado, a veces *tiene* pigmentos complicados y juegos de luz, y los vemos. No queremos que los expertos nieguen que el mundo es complejo, sino que propongan exactamente tanta complejidad como existe en el mundo, y no más. El problema consiste entonces en cómo conseguir que todos ellos lo hagan.

Volvamos a la parábola. Supongamos que el departamento de escenografía se encuentra en la tesitura de reducir gastos. Los especialistas cobran por sus servicios, utilizando tablas de honorarios que reflejan el grado de dificultad y lo insólito que es el pedido que se les hace. Las operaciones simples y habituales son baratas, las complejas e insólitas son caras.

Honorarios del pintor

Pintar una pieza rectangular
Pintar un polígono regular

5 dólares cada uno
5 dólares por cara

Honorarios del planchista

Cortes en ángulo recto
Cortes en ángulos extraños
Doblados en ángulo recto
Doblados en ángulos extraños

2 dólares cada uno
5 dólares cada uno
2 dólares cada uno
5 dólares cada uno

Honorarios del luminotécnico

Iluminación con proyectores
Iluminación con proyectores a medida

5 dólares cada uno
30 dólares cada uno

Nos será preciso otro especialista más: un supervisor, que decida cómo contratar los distintos trabajos.

Honorarios del supervisor

Consulta

30 dólares por trabajo

Los costes reales para cada una de las cuatro soluciones diferirán, como se aprecia por el desglosado de las cifras:

La solución del pintor

Pintar 9 polígonos
Instalación de 1 proyector
Corte de un rectángulo

180 dólares
5 dólares
8 dólares

Total

193 dólares

La solución del luminotécnico

Cortar un rectángulo	8 dólares
Instalación de 9 proyectores a medida	270 dólares
<u>Total</u>	<u>278 dólares</u>

La solución del planchista

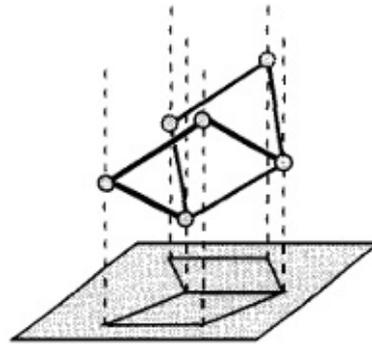
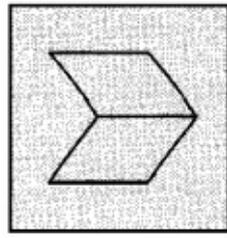
Corte de 24 ángulos raros	120 dólares
Doblado de 6 ángulos raros	30 dólares
Colocación de un proyector de luz	5 dólares
<u>Total</u>	<u>155 dólares</u>

La solución del supervisor

Cortar un rectángulo	8 dólares
Doblado de 2 ángulos rectos	4 dólares
Pintar 3 rectángulos	15 dólares
Instalar un proyector de luz	5 dólares
Honorarios del supervisor	30 dólares
<u>Total</u>	<u>62 dólares</u>

La solución del supervisor es la más económica, porque utiliza óptimamente a cada especialista y permite ahorrar más de lo que ascienden sus honorarios. La moraleja es que los especialistas tienen que ser coordinados, no necesariamente por un homúnculo o un demon, sino por cierta disposición que minimiza los costes, en la cual barato equivale a probable. En la parábola, las operaciones sencillas son más fáciles de llevar a cabo: en el sistema visual, las descripciones más sencillas corresponden a los ordenamientos más probables en el mundo^[28].

Adelson y Pentland dieron vida a su parábola al programar una simulación por ordenador de la visión ideada para interpretar escenas con polígonos pintados tal como antes se ha descrito. En primer lugar, un analizador de formas (una versión en software del planchista) procura conseguir la forma más regular que duplique la imagen. Consideremos la figura sencilla dibujada en el diagrama de la izquierda, que el lector ve como una hoja plegada, como un libro sostenido de lado.



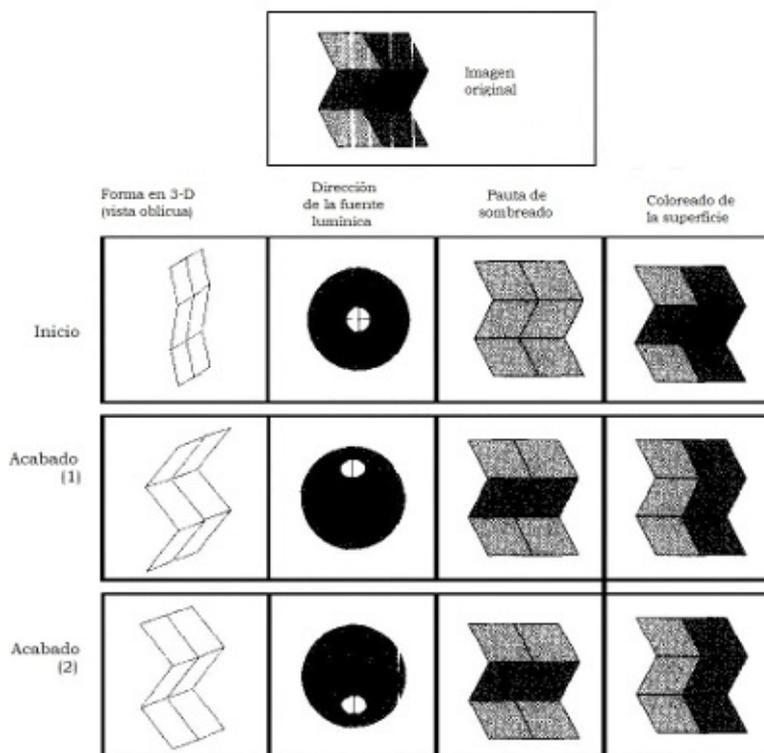
El especialista en formas intenta montar un modelo tridimensional de la forma recibida como input, tal como se muestra en la figura de la derecha. Cuando inicia su actividad, todo cuanto conoce es que las esquinas y bordes del modelo tienen que alinearse con los puntos y líneas que aparecen en la imagen; desconoce a qué profundidad se halla. Los vértices del modelo son como cuentas que puede correr por las varillas (es decir, las rectas de proyección) y las líneas entre ellas son cuerdas infinitamente elásticas. El especialista desliza las cuentas hasta que llega a obtener una forma con la siguiente desiderata: cada polígono que constituye la forma debe ser tan regular como sea posible, es decir, los ángulos de un polígono no deben ser demasiado diferentes. Por ejemplo, si el polígono cuenta con cuatro lados, el especialista se esforzará por lograr un rectángulo. El polígono debe ser tan plano como sea posible, como si el polígono fuera un panel plástico que cuesta de doblar. Y los polígonos deben ser tan compactos como sea posible, en lugar de alejarse por la visual, como si el panel plástico fuese también difícil de extender.

Cuando el modelador ha terminado, pasa un ensamblado rígido de paneles de color blanco al especialista en iluminación, el cual conoce las leyes que dictan en qué medida la luz reflejada depende de la iluminación, el brillo de la superficie y el ángulo de la superficie. Al especialista en iluminación se le deja que mueva una única fuente de luz distante alrededor del modelo para así iluminarlo desde diversas direcciones. La dirección óptima es aquella que hace que cada par de paneles formen un ángulo que se asemeje lo máximo posible a sus homólogos en la imagen, precisando de la menor cantidad de pintura gris como sea posible para acabar el trabajo.

Por último, el modelo llega al especialista en reflectancia, el pintor. Éste es el último especialista al que se recurre y su tarea consiste en cuidar de cualquier discrepancia aún existente entre la imagen y el modelo. Acaba su trabajo proponiendo diferentes formas de pigmentación para las diversas superficies.

¿El programa es operativo? Adelson y Pentland le plantearon un objeto plegado en abanico e inició su procesamiento sin dilación. El programa muestra sus conjeturas actuales acerca de la forma del objeto (primera columna), acerca de la dirección de la fuente lumínica (segunda columna), sobre dónde caen las sombras (tercera columna)

y cómo está pintado el objeto (cuarta columna). La primera hilera muestra las primeras conjeturas que sirven de punto de partida al programa.



El programa suponía inicialmente que el objeto era plano, como una pintura bidimensional que descansaba sobre una mesa, como en la parte superior de la primera columna. (Si bien resulta difícil mostrar que así es al lector, porque el cerebro se empeña en ver una forma en zigzag como desplegada en profundidad. El boceto intenta mostrar que algunas líneas descansan planas en la página). El programa suponía, además, que la fuente lumínica estaba colocada frontalmente en relación a la dirección del ojo (parte superior de la segunda columna). Con esta iluminación plana, no había sombras (parte superior de la tercera columna). El especialista en reflectancia asumía toda la responsabilidad en la duplicación de la imagen, y se limitaba a pintarla. El programa piensa que examina una pintura.

Una vez que el programa tiene una oportunidad de ajustar sus suposiciones, se asienta en la interpretación que aparece en la hilera intermedia (acabado 1). El especialista en modelado halla aquella forma tridimensional más regular (que aparece vista de forma esquemática y lateral en la columna de la izquierda): paneles cuadrados unidos entre sí formando ángulos rectos. El especialista en iluminación encuentra que al proyectar la luz desde arriba, puede hacer que el juego de sombras se asemeje algo a la imagen. Por último, el especialista en reflectancia retoca el modelo con pintura. Las cuatro columnas —forma en zigzag y tres dimensiones, iluminación desde arriba, sombreado en medio, una banda clara junto a otra más oscura— corresponden al modo en que interpretamos la imagen original.

¿El programa realiza algo más que haga pensar en los seres humanos? Recordemos cómo el objeto plegado en abanico daba la vuelta en profundidad como si fuese un cubo de Necker. El pliegue más externo se convierte en el más interno y viceversa. El programa, en un sentido, puede apreciar así mismo este salto; la interpretación volteada aparece mostrada en la última hilera (acabado 2). El programa asignó los mismos costes a las dos interpretaciones y llegó a una u otra de forma aleatoria. Cuando vemos que una forma en tres dimensiones voltea, por lo general vemos también cómo voltea la dirección de la fuente de luz^[29]. El programa hacía lo mismo. Pero, a diferencia de lo que hace una persona, el programa no saltaba en realidad entre las dos interpretaciones, aunque si Adelson y Pentland hubieran hecho que los especialistas transmitieran su elaboración a través de una red de restricciones (como la red del cubo de Necker que expusimos en la **figura 13** o el modelo de la visión estereoscópica), y no por una cadena de ensamblaje, el programa, en cambio, sí podría hacerlo.

La parábola del taller clarifica la idea de que la mente es una colección de módulos, un sistema de órganos o una sociedad de expertos. Los expertos son precisos porque la habilidad competente es necesaria: los problemas de la mente son demasiado técnicos y especializados para que los resuelva un factótum. Y la mayor parte de la información precisada por un experto es irrelevante para otro y no haría más que interferir con su tarea. Al trabajar en aislamiento, un experto puede considerar demasiadas soluciones o perseguir con tenacidad una solución improbable; en algún punto los expertos tienen que evacuar consultas. Los múltiples expertos intentan dar sentido a un mundo único, y este mundo es indiferente a sus tribulaciones, ya que ni ofrece soluciones fáciles, ni se toma la molestia de sacarlos de la ofuscación. De este modo, un esquema de supervisión debe apuntar a mantener a los expertos en los parámetros de un presupuesto en el que las suposiciones improbables sean las más caras, y les fuerce a cooperar en el montaje de la suposición general más probable acerca de la situación del mundo.

Ver en dos dimensiones y media

Una vez los expertos han completado su trabajo, ¿qué fijan en el tablón de anuncios al que accede el resto del cerebro? Si de algún modo pudiésemos mostrar el campo visual desde el punto de vista del resto del cerebro, como lo hace la supuesta cámara situada detrás del ojo de *Terminator*, ¿qué aspecto tendría? La forma misma de plantear la pregunta puede evocar en el lector el recuerdo de la falacia del ingenioso homúnculo situado en el interior de la cabeza, aunque no es así, ya que, de hecho, trata de la información en una de las representaciones de datos del cerebro y la

forma que adopta la información. En realidad, si se toma en serio pone sanamente en tela de juicio nuestras ingenuas intuiciones acerca del *ojo de la mente*.

Los expertos en visión estereográfica, movimiento, contorno y sombreado han trabajado a fondo para recuperar la tercera dimensión y sería lógico utilizar los frutos de ese trabajo suyo para construir una representación tridimensional del mundo. El mosaico retínico en que se describe la escena da paso entonces a una especie de cajón de arena mental, como aquel que utilizan los niños en sus juegos infantiles, donde la escena es labrada y la imagen convertida en una maqueta a escala. Una maqueta tridimensional correspondería de este modo a nuestra comprensión fundamental del mundo, ya que cuando la silueta de un niño surge y al acercarse hacia el observador, aumenta de tamaño, y luego retrocede y se reduce, el observador sabe perfectamente que no ha entrado en el País de las Maravillas, donde si Alicia se tomaba una píldora se hacía más grande y, si se tomaba otra, más pequeña. A diferencia de la proverbial (y apócrifa) historia del avestruz, no pensamos que los objetos se desvanezcan cuando apartamos de ellos nuestra mirada o los cubrimos por completo con algo, sino que negociamos la realidad, porque nuestro pensamiento y nuestra acción están guiados por el conocimiento de un mundo amplio, estable y sólido, un conocimiento que tal vez nos venga servido por la visión en forma de modelo a escala.

Habría que afirmar, no obstante, que la teoría del modelo a escala o maqueta no esconde intrínsecamente nada. Son muchos los programas de diseño asistido por ordenador que se sirven de modelos de objetos sólidos hechos en software, y máquinas como, el CAT-scan y MRJ utilizan sofisticados algoritmos para ensamblar esos modelos. Una maqueta tridimensional puede llegar a tener una lista con los millones de coordenadas de los diminutos cubos que constituyen un objeto sólido, denominados «vóxels» o elementos de volumen, por decirlo estableciendo una analogía con los «píxels», o elementos que constituyen la imagen. Cada triplete de coordenadas es emparejado con un fragmento de información, como, por ejemplo, la densidad del tejido en ese punto concreto del cuerpo. Ciertamente es que, si el cerebro almacenara vóxels, éstos no tendrían por qué configurarse en un cubo tridimensional situado en la cabeza, así como tampoco los vóxels se disponen en un cubo tridimensional en el ordenador. Todo cuanto importa es que cada vóxel tenga un conjunto consistente de neuronas a él dedicado, de modo que la configuración de activación neuronal pueda registrar los contenidos del vóxel.

Pero ha llegado el momento de guardarnos del tema del homúnculo. La idea de que cierto demon de software o algoritmo de consulta o red neuronal acceda a la información a partir de una maqueta, no plantea ningún problema, siempre que tengamos claro que se accede *directamente* a la información: las coordenadas del vóxel en el interior corresponden a contenidos del vóxel en el exterior. En realidad, no hay que considerar el algoritmo de consulta como si *mirase* la maqueta a escala. Dada la oscuridad del interior, quien consulta no dispone de una lente o una retina ni tan sólo de un punto de vista privilegiado; no está en ninguna parte y está en todas.

No hay proyección, no hay perspectiva, ni campo de visión, ni oclusión. En realidad, el único propósito del modelo a escala es eliminar esas molestias. No obstante, si se quiere pensar en un homúnculo, lo mejor será imaginar que se está explorando a oscuras una maqueta de una ciudad del tamaño de una habitación. Uno puede pasear por ella, encontrar un edificio desde cualquier dirección, palpar su exterior o introducir los dedos por las ventanas y las puertas a fin de comprobar sus interiores. Cuando se toma un edificio entre las manos, los lados son siempre paralelos, tanto si se está a un brazo de distancia como si se halla más cerca. O mejor, piénsese, por ejemplo, en la sensación que tenemos de la forma de un pequeño juguete cuando lo sostenemos entre las manos o del caramelo cuando lo tenemos en la boca.

Con todo, la visión —incluso la visión tridimensional y sin ilusiones, que tan a fondo trabaja el cerebro para obtenerla— no se parece en nada a esa experiencia homuncular. En el mejor de los casos, tenemos una apreciación abstracta de la estructura estable del mundo que hay a nuestro alrededor; en cambio, el sentido inmediato y brillante del color y la forma que llena nuestra conciencia al abrir los ojos es algo completamente diferente^[30].

Ante todo, la visión no es un teatro cuyo escenario está rodeado de asientos. Experimentamos de forma viva sólo aquello que se halla ante nuestros ojos, y el mundo que queda más allá del perímetro del campo visual y detrás de la cabeza es conocido de forma vaga, casi intelectual. (Por ejemplo, sé que hay una estantería detrás de mí y una ventana delante, pero sólo veo la ventana, no la estantería). Y lo que aún es peor, los ojos se mueven de un punto a otro varias veces por segundo, y fuera de las cruces foliares de las fóveas, la visión es sorprendentemente tosca. (Basta hacer la prueba de colocar la mano a unos pocos centímetros de la visual; como se comprobará resulta imposible contar los dedos). De todas formas, no crea el lector que mi empeño estriba en revisar la anatomía del glóbulo ocular. Por ejemplo, cabría imaginar que el cerebro monta un *collage* a partir de las instantáneas que toma con cada mirada concreta, como lo hacen las cámaras panorámicas que exponen una secuencia de película, panoramizan una cantidad precisa del paisaje, exponen el intervalo siguiente de película, y así sucesivamente, produciendo finalmente una imagen continua en gran angular. El cerebro, sin embargo, no es una cámara panorámica. Los estudios llevados a cabo en el laboratorio han demostrado que cuando las personas mueven los ojos o la cabeza, pierden inmediatamente los detalles gráficos de lo que estaban mirando^[31].

En segundo lugar, no tenemos un tipo de visión equipada con rayos X. Vemos superficies, no volúmenes. Aun cuando alguien me viese colocar, por ejemplo, un objeto en el interior de una caja o detrás de un árbol, y supiera que está allí, no lo *vería*, en cambio, allí y no podría referir sus detalles. De nuevo, no se trata de recordar que no somos Superman, sino más bien que, nosotros, los mortales, aunque podríamos haber sido dotados con una memoria fotográfica que actualizara un modelo en tres dimensiones pegando la información derivada de visualizaciones

precedentes allí donde correspondiese, de hecho no estamos equipados de este modo. En lo tocante a la riqueza de los detalles visuales, cabe recordar el dicho popular de que «ojos que no ven, corazón que no siente».

En tercer lugar, vemos en perspectiva. Por ejemplo, si nos situamos entre las dos vías del tren, ambas parecen converger en el horizonte. Desde luego, sabemos que *en realidad* no convergen, pues si lo hicieran, el tren descarrilaría. Con todo, resulta imposible no *ver* que convergen, aun cuando el sentido de la profundidad proporcione abundante información que el cerebro podría utilizar para anular ese efecto visual. Así mismo, somos conscientes de que los objetos en movimiento surgen perfilándose, se encogen y escorzan. En una maqueta a escala genuina, nada de esto sucede. Desde luego, el sistema visual elimina la perspectiva en cierta medida. Las personas que no son artistas experimentan dificultad, por ejemplo, en ver que el extremo más próximo de un escritorio proyecta un ángulo agudo y el más alejado, un ángulo obtuso; ambos revisten el aspecto de ser los ángulos rectos que en realidad son. Las vías del tren, en cambio, demuestran que la perspectiva no es completamente eliminada.

En cuarto lugar, en un sentido estrictamente geométrico vemos en dos dimensiones y no en tres. El matemático Henri Poincaré ideó un modo sencillo para determinar el número de dimensiones de cierta entidad. Busquemos un objeto que divida la entidad en dos, luego contemos las dimensiones del divisor y añadamos una. Un punto no puede ser dividido, por tanto, tiene cero dimensiones. Una línea tiene una dimensión, porque se puede separar por un punto. Un plano tiene dos dimensiones, ya que una línea puede dividirlo, aunque no así un punto. Una esfera tiene tres, porque sólo una «cuchilla» bidimensional puede cortarla; una bola o una aguja la dejan como está. ¿Y el campo visual? Puede ser dividido por una línea. El horizonte, por ejemplo, divide el campo visual en dos. Cuando estamos de pie enfrente de un cable tensado, todo cuanto vemos se halla o bien a un lado o bien al otro del cable. El perímetro de una mesa redonda también divide el campo visual: cualquier punto está o bien dentro o bien fuera. Añadamos uno a la dimensionalidad uno de una línea, y tendremos dos. Siguiendo este criterio, el campo visual es bidimensional. Todo sea dicho de paso, con ello no pretendemos afirmar que el campo visual sea *plano*. Las superficies bidimensionales se curvan en la tercera dimensión, como un molde de goma o una burbuja^[32].

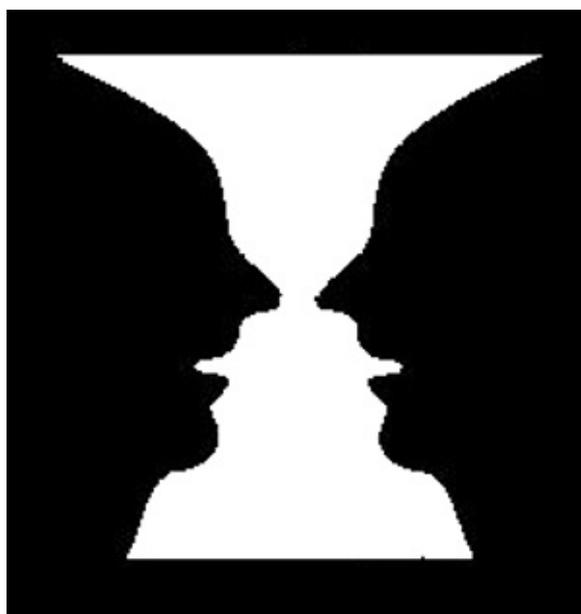
En quinto lugar, no vemos de forma inmediata «objetos», es decir, los trozos móviles de materia que contamos, clasificamos y etiquetamos con nombres^[33]. En lo que a la visión se refiere, apenas si queda claro qué es un objeto, hasta tal punto que cuando David Marr abordó el problema de cómo diseñar un sistema de visión por ordenador capaz de hallar objetos, se vio obligado a preguntar:

La nariz, ¿es un objeto? ¿La cabeza es un objeto? ¿Continúa siéndolo cuando está unida a un cuerpo? ¿Y un hombre montado a lomos de un caballo? Estas preguntas muestran que las dificultades, a las cuales se enfrenta quien intenta formular qué debe ser considerado como una región a partir de una imagen, son tan

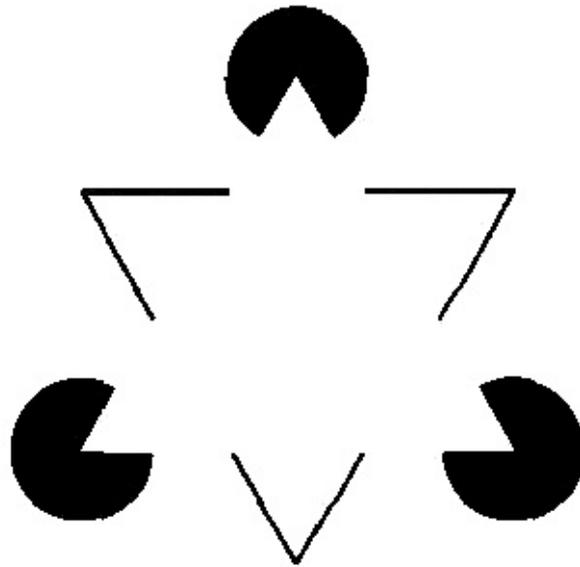
enormes que llegan a ser problemas filosóficos. En realidad, carecen de respuesta, todas estas cosas pueden ser un objeto si uno quiere pensarlo así o formar parte de un objeto aún más amplio.

Si simplemente se unen con un poco de cola de impacto dos objetos, éstos acabarán formando uno solo, aunque el sistema visual no tiene modo alguno de saberlo.

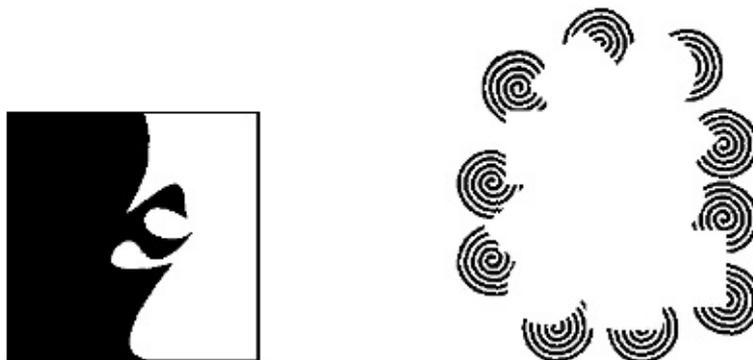
Tenemos, sin embargo, un sentido casi tangible de las *superficies* y de las *fronteras* entre ellas. Las ilusiones más célebres en psicología provienen de la lucha infatigable que libra el cerebro para tallar el campo visual en superficies y decidir cuál de ellas es la que está frente a la otra. Un ejemplo es la ilusión perfil/copa popularizada por el psicólogo danés Edgar Rubén, que oscila entre una copa y dos perfiles colocados de frente. Los rostros de perfil y la copa no pueden verse al mismo tiempo (aunque uno se imagine dos caras que sostienen una copa aguantándola con la nariz), y sea cual sea la forma que predomine, «posee» la frontera como su línea de contorno, relegando la otra parte a un fondo amorfo.



Otro ejemplo es el triángulo de Kanisza, un trozo de nada esbozado por una figura tan real como si hubiera sido trazada a tinta^[*].



Los perfiles, la copa y el triángulo son objetos familiares, pero las ilusiones no dependen de su familiaridad; lo mismo sucede, también, con manchas sin sentido preciso.

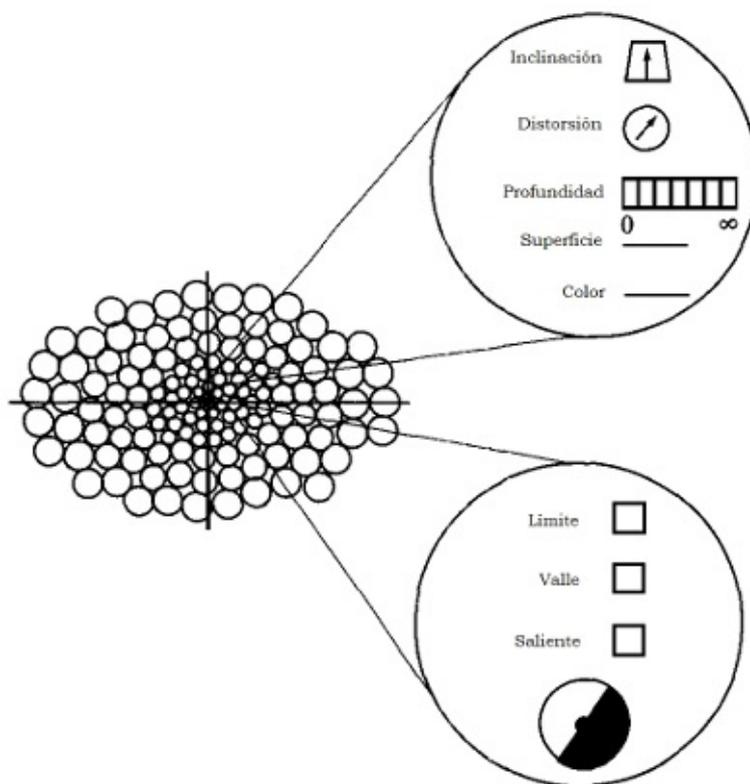


Percibimos las superficies de forma involuntaria, inducidos a hacerlo por la información que entra en las retinas; contrariamente a lo que sostiene la creencia popular, no vemos aquello que esperamos ver.

Entonces, ¿cuál es el producto de la visión? Marr lo denominó un croquis en dos dimensiones y media, pero hay quien lo denomina una representación de superficie visible^[34]. La profundidad aparece caprichosamente degradada a media dimensión porque no define el entorno en que la información visual es contenida (a diferencia de las dimensiones izquierda-derecha y alto-bajo); es sólo un fragmento de información contenida en ese entorno. Pensemos, por ejemplo, en un juguete hecho con centenares de alfileres ajustables que se clavan sobre una superficie tridimensional (en este caso, una cara humana), que forman una plantilla de la superficie con el contorno de los alfileres por el otro lado. El contorno tiene tres dimensiones, pero no son creadas de forma uniforme. La posición desde un lado hasta el otro y la posición desde arriba hasta abajo viene definida por alfileres particulares; la posición en profundidad es

definida por lo mucho o poco que sobresalga un alfiler. Para una profundidad cualquiera puede haber muchos alfileres; para cualquier alfiler hay sólo una profundidad.

El boceto en dos dimensiones y media se asemejaría un poco a este esquema:



Es un mosaico de celdas o píxeles, cada una dedicada a una visual que sale desde la perspectiva en que se sitúa el ojo ciclópeo y es más ancho que alto porque, en el cráneo, los dos ojos están colocados uno al lado del otro y no uno sobre otro. Las celdas son más pequeñas en el centro del campo visual que en la periferia, porque nuestra resolución es mayor en el centro. Cada celda representa información acerca de una superficie o de un borde, como si tuviera dos tipos de formas con espacios en blanco a rellenar. El formulario para un trozo de superficie tiene espacios en blanco para especificar la profundidad, la inclinación (en qué medida la superficie se inclina hacia delante o hacia atrás), la distorsión (en qué medida se ladea a izquierda o a derecha). El formulario para un trozo de borde cuenta con casillas para rellenar, indicando si se halla en el límite de un objeto, si es una ranura o una arista, además de un disco para indicar la orientación, que muestra así mismo (en el caso del límite de un objeto) qué lado pertenece a la superficie poseedora del borde y qué lado se halla meramente en el fondo. Desde luego, no hay que interpretar esto al pie de la letra como si en la cabeza nos dedicáramos a rellenar formularios burocráticos. El diagrama es un compuesto que representa los *tipos* de información en el croquis de dos dimensiones y media. Es de suponer que el cerebro se sirve tanto de los grupos de neuronas como de sus actividades para contener la información, y puede que estos

grupos estén distribuidos en diferentes partes del córtex como si fueran una colección de mapas a los que se accede por registro.

¿Por qué vemos en dos dimensiones y media? ¿Por qué no vemos un modelo en el interior de la cabeza? El análisis de costes y beneficios que supone el almacenamiento facilita parte de la respuesta. Cualquier usuario de ordenadores sabrá que los archivos gráficos son voraces consumidores de espacio de memoria de almacenamiento. En lugar de aglomerar los gigabytes entrantes en un modelo compuesto, que quedaría obsoleto tan pronto como algo se moviera, el cerebro deja que el mundo mismo almacene la información ajena a una mirada. Levantamos la cabeza y la movemos, los ojos se desplazan y cambian de posición, y un nuevo croquis actualizado es cargado y guardado. Por otro lado, parece algo casi inevitable que la tercera dimensión tenga un carácter derivado. A diferencia de las otras dos dimensiones, que se anuncian en los conos y bastones que se hallan de hecho activos, la profundidad debe ser pacientemente extraída de los datos. Aquellos expertos en visión estereoscópica, en contornos, en sombreados y en el movimiento que trabajan en el cerebro calculando la profundidad, están equipados para mandar información acerca de la distancia, la inclinación, la distorsión y la oclusión relativas al observador, y no coordenadas tridimensionales del mundo. Lo mejor que pueden hacer es mancomunar esfuerzos para facilitar un conocimiento en dos dimensiones y media de las superficies que se hallan frente a nuestros ojos. Y el uso que se dé a ese conocimiento dependerá del resto del cerebro.

Marcos de referencia

El croquis en dos dimensiones y media es la obra maestra de la maquinaria del sistema visual que suma al ingenio de su diseño la armonía de su funcionamiento. Este croquis sólo tiene un problema: tan pronto se emite, resulta inútil.

La información en la matriz de dos dimensiones y media se especifica en un marco *retínico* de referencia, un sistema coordinado centrado en el observador. Si una celda particular informa que «hay un ángulo aquí», lo que ese «aquí» significa es la posición de la celda en la retina, es decir, por ejemplo, directamente enfrente del lugar al que el observador mira. Esto resulta ser excelente en el caso de que uno fuese tan estático como un árbol y mirase a otro árbol, pero tan pronto como algo se mueve —los ojos, la cabeza, el cuerpo, el objeto visto— la información se desestabiliza hasta que vuelve a encontrar un lugar de reposo en la gama de dos dimensiones y media. Cualquier parte del cerebro guiada por la información en esta matriz dimensional encontraría que la información de que dispone ha caducado. Si dirigimos la mano hacia el centro del campo visual porque en ese lugar había una manzana —que ahora ya no está allí—, la mano se dirigiría entonces hacia un espacio vacío. Si

ayer memorizamos una imagen de nuestro coche al mirar el tirador de la puerta, hoy, en cambio, aquella imagen ya no se adecuará con la que tenemos al mirar el parachoques; las dos imágenes apenas se superpondrán. No es ni siquiera posible emitir juicios acerca de si, por ejemplo, dos líneas son paralelas, basta sino con recordar qué sucedía con las vías del tren que convergían en el horizonte.

Estos problemas sumados ponen en un grave aprieto a la hipótesis de la visión como una maqueta a escala en el interior de la cabeza, aunque debiera matizarse que no es lo que entrega la visión. La clave para usarla información visual no es remodelarla, sino *acceder* a ella de forma apropiada, y hacerlo requiere un marco de referencia útil o un sistema coordinado. Los marcos de referencia son inextricables de la idea misma de lugar. ¿Cómo responder a la pregunta «dónde está»? Nombrando con ello un objeto que quien pregunta ya conoce —el marco de referencia— y describiendo cuan lejos y en qué dirección se halla «eso» relativamente al marco. Una descripción en palabras como «junto a la nevera», la dirección de una calle, las direcciones leídas en una brújula, la latitud y la longitud, las coordenadas satélite del Sistema de Posicionamiento Global, todas estas descripciones indican la distancia y la dirección relativa a un marco de referencia. Albert Einstein construyó su teoría de la relatividad poniendo en tela de juicio el marco de referencia ficticio de la física newtoniana, el cual estaba anclado en la noción de espacio vacío, es decir, independiente de cualquier cosa que en él hubiera.

El marco de referencia que viene en el mismo paquete que el croquis de dos dimensiones y media es la posición en la retina. Dado que las retinas giran continuamente, dar esta posición es tan inútil como, por ejemplo, dar una dirección en estos términos: «nos encontramos junto al Pontiac de color beige que está parado aquí en el semáforo». Nos es preciso un marco de referencia capaz de permanecer al mismo tiempo que los ojos continúan moviéndose, con su baile y oscilación característicos. Supongamos, por ejemplo, que existe un circuito capaz de deslizar un marco de referencia invisible sobre el campo visual, semejante a las cruces filares de la mira de un rifle con la que nos dedicamos a mirar el paisaje, describiendo una trayectoria en arco conforme se desplaza el rifle; supongamos, además, que cualquier mecanismo que extrae información del campo visual está acoplado a posiciones definidas por la mira del rifle (por ejemplo, en el caso de la cruz filar de la mira, dos muescas por encima, o una muesca a la izquierda). Las configuraciones de los ordenadores tienen un dispositivo vagamente similar, el cursor. Las órdenes de leer y escribir información cumplen su cometido relativamente a un punto especial que puede ser posicionado a voluntad en la pantalla, y cuando el material en la pantalla es desplazado hacia arriba o hacia abajo, el cursor se mueve con él, como si estuviera encolado a la pieza de texto o al gráfico. Para que el cerebro utilice los contenidos del croquis en dos dimensiones y media, tiene que emplear un mecanismo similar; en realidad, varios mecanismos de este tipo.

El marco de referencia más sencillo que se desplaza por el croquis de dos dimensiones y media permanece unido a la cabeza. Gracias a las leyes de la óptica, al desplazarse los ojos hacia la derecha, la imagen del objeto se desplaza rápidamente hacia la izquierda. Con todo, supongamos, por ejemplo, que la orden neuronal dada a los músculos del ojo sea una copia calcada y enviada al campo visual que es utilizada para hacer que las cruces filares se desplacen según el mismo valor en la dirección opuesta. Las cruces filares permanecerán aún sobre la manzana, y por tanto también cualquier proceso mental que canalice información a través de aquellas cruces filares. El proceso puede continuar felizmente como si nada hubiese sucedido, aun cuando los contenidos del campo visual se hayan desplazado a otro lugar.

Basta hacer una sencilla demostración de este proceso de copia. Por ejemplo, desplazemos los ojos; el mundo permanece en reposo. A continuación cerremos un ojo y presionemos con un dedo ligeramente el que permanece abierto; notaremos que el mundo salta. En ambos casos el ojo se desplaza, en ambos casos la imagen retínica se desplaza, pero sólo cuando el ojo es presionado por el dedo percibimos el movimiento. Cuando movemos los ojos decididos a mirar hacia algún lado, la orden dada a los músculos del ojo es copiada y enviada a un mecanismo que mueve el marco de referencia junto con las imágenes que se deslizan a fin de anular el sentido subjetivo del movimiento. Pero cuando movemos el ojo presionándolo con el dedo, el decalaje de marco es obviado, el marco no cambia y el observador interpreta la imagen que oscila como si procediera de un mundo que se mueve por sacudidas^[35].

Así mismo puede haber marcos de referencia que compensen los movimientos de la cabeza y el cuerpo, y den a cada fragmento de superficie en el campo visual una dirección fija relativa al lugar o al fondo, dirección que continúa siendo la misma cuando el cuerpo se desplaza. Estos cambios de marco serían dirigidos por copias de órdenes dadas a los músculos del cuello y el cuerpo, aunque así mismo podrían serlo por una circuitería que resigue el decalaje de los contenidos del campo visual.



Otra superposición práctica sería una retícula mental de forma trapezoidal que señalara extensiones de tamaño equivalente en el mundo. Una marca de retícula que estuviera cerca de nuestros pies cubriría una extensión más amplia del campo visual; otra, en cambio, que estuviese cerca de la línea de horizonte cubriría una extensión más pequeña del campo visual, aunque tendría el mismo valor en centímetros al ser medida en el suelo. Dado que el croquis en dos dimensiones y media contiene valores de profundidad en cada punto, al cerebro le sería más fácil calcular las marcas de la retícula. Este marco de referencia parangonado con el mundo nos permitirá juzgar cuáles son los ángulos genuinos y las extensiones de materia que están en el exterior. El psicólogo de la percepción J. J. Gibson sostenía que de hecho tenemos este sentido de la escala del mundo real sobreimpuesto en la proyección retínica, y que podemos

pasar rápidamente de usarlo a no usarlo. Cuando nos colocamos en medio de las vías del tren, adoptamos un marco mental en que vemos que las vías convergen, u otro en el que son paralelas. Estas dos actitudes, que Gibson denominaba «el campo visual» y «el mundo visual», provienen del hecho de acceder a la misma información tanto a través de un marco retínico como de un marco parangonado con el mundo^[36].

Sin embargo otro marco invisible de referencia es la dirección de la fuerza de la gravedad. Esta plomada mental se origina en el sistema vestibular del oído interno, formado por un laberinto de cámaras que incluyen tres canales semicirculares orientados en ángulos rectos unos respecto a otros. Si alguien alberga aún alguna duda de que la selección natural utiliza principios de ingeniería que han sido redescubiertos por los seres humanos, basta con que observe los ejes de coordenadas cartesianos (x , y , z) grabados en los huesos del cráneo. A medida que la cabeza se inclina hacia delante o hacia atrás, oscila y da bandazos, el fluido que hay en los canales se mueve haciendo ruido y desencadena señales neuronales que registran el movimiento. Una fuerte masa granulosa que presiona las otras membranas registra el movimiento lineal y la dirección de la gravedad. Estas señales se utilizan para hacer rotar las cruces filares mentales de modo que siempre estén correctamente orientadas hacia «arriba». Ésta es la razón de que el mundo no parece escorarse aun cuando inclinemos la cabeza perpendicularmente. (En la cabeza, los ojos se inclinan en el sentido de las agujas del reloj y a veces en sentido contrario, si bien siempre lo suficiente para anular las pequeñas inclinaciones de la cabeza). Por extraño que parezca el cerebro no compensa perfectamente la gravedad. Si la compensación fuera perfecta, el mundo tendría un aspecto normal cuando estuviéramos recostados de lado o incluso cuando lo mirásemos cabeza abajo. Lo cierto es que las cosas no suceden así. Baste considerar lo difícil que resulta ver la televisión tendido de lado a menos que sostengamos la cabeza con la mano, o lo imposible que resulta leer en esta postura a menos que se sostenga el libro también de lado. Quizá es así porque somos criaturas terrestres, que utilizamos la señal de la gravedad principalmente para mantener el cuerpo erguido y no para compensar el input visual descentrado cuando el cuerpo no adopta esa postura^[37].

La coordinación del marco de la retina con el marco del oído interno afecta nuestra vida de manera sorprendente, al punto de llegar a provocar mareos. En nuestra vida cotidiana, cuando nos movemos, dos señales trabajan en sincronía: por un lado las variaciones en la textura y el color en el campo visual y por el otro los mensajes acerca de la gravedad y la inercia mandados por el oído interno. Pero al movernos, en el interior de un contenedor como un coche, un barco o una silla de manos —modos todos ellos de moverse que carecen de precedentes desde un punto de vista evolutivo—, el oído interno dice «te mueves», pero las paredes y el suelo en cambio envían el mensaje «estás quieto». El mareo es desencadenado por este mal emparejamiento y toda una serie de tratamientos habituales se aplican para

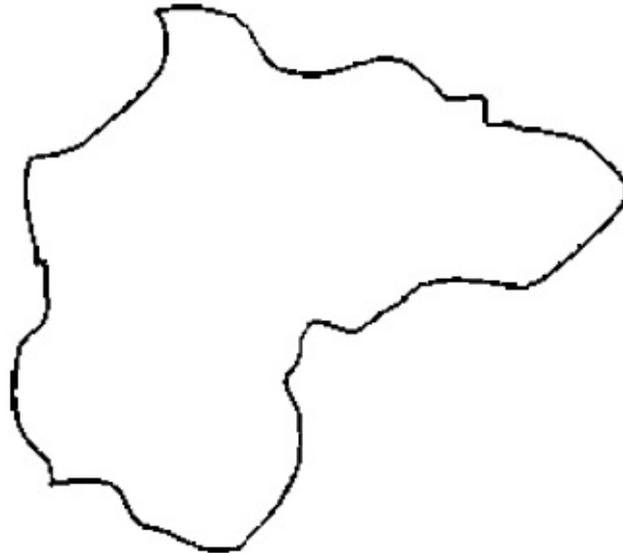
eliminarlo: no tener la vista fija en una lectura; mirar por la ventanilla; mirar con la vista fija en el horizonte...^[38]

Muchos astronautas padecen crónicamente de una patología derivada de la ingravidez, porque no *existe* señal gravitacional, es decir, debido a un tipo de mal emparejamiento extremo entre sentido de la gravedad y visión. Peor aún, los interiores de las naves espaciales no proporcionan a los astronautas un marco de referencia parangonado con el mundo, principalmente dada la idea, propia de quienes diseñaron estos interiores, de que en ausencia de gravedad los conceptos de «suelo», «techo» y «paredes» carecen de sentido, de modo que podían colocar instrumentos en las seis superficies. Los astronautas, con todo, llevan consigo cerebros terrestres y literalmente están perdidos a menos que se paren y se digan a sí mismos: «Voy a suponer que de este modo es “arriba”, y de ese otro, “delante”», etc. Esta convicción funciona durante cierto tiempo, pero si miran por la ventana y ven el planeta sobre la nave, o ven a un compañero que flota por el interior de la nave cabeza abajo, una intensa sensación de náusea se apodera de su cuerpo. El mareo espacial constituye una preocupación para la NASA, y no sólo a causa del descenso de productividad durante el dilatado tiempo de permanencia en el espacio; cabe imaginar las complicaciones que comporta vomitar en gravedad cero. Esto afectará también la tecnología incipiente de la realidad virtual, en la cual el sujeto se coloca un amplio casco que cubre el campo de visión y muestra un mundo sintético que pasa a toda velocidad^[39].

¿Por qué razón en la tierra —o en el espacio— un mal emparejamiento entre visión y gravedad o inercia conduce nada menos que a tener náuseas? ¿Qué relación tiene esa sensación de sube y baja con el intestino? El psicólogo Michel Treisman ha propuesto una explicación plausible aunque indemostrada. Los animales acostumbran a regurgitar para expulsar las toxinas que previamente han ingerido antes de que produzcan mayores males. Muchas toxinas que se encuentran en el mundo natural actúan sobre el sistema nervioso. Esta explicación plantea de nuevo aquel problema con que se enfrentara ya Ingrid Bergman en *Encadenados*: ¿cómo sabe alguien que ha sido envenenado? Sin duda debe de notar que tiene el juicio ofuscado y debilitado, pero esta misma circunstancia ¿afectará también al juicio sobre si el juicio está o no ofuscado! Dicho de un modo más general, cómo un detector de disfuncionalidades distinguirá entre la disfuncionalidad del cerebro y su modo de registrar una situación insólita? (En Estados Unidos hace ya tiempo corría una pegatina que decía: «El mundo experimenta dificultades técnicas. No ajuste su mente»). La gravedad, ciertamente, es el rasgo más estable y predecible del mundo. Si dos partes del cerebro tienen opiniones diferentes acerca de ella, hay probabilidades de que una o ambas tengan un funcionamiento defectuoso, o que las señales hayan sido retardadas o tergiversadas. En el caso del envenenamiento que antes nos ocupaba, la regla sería: si piensa que la gravedad falla, señal que ha sido envenenado; vomite el veneno ahora mismo^[40].

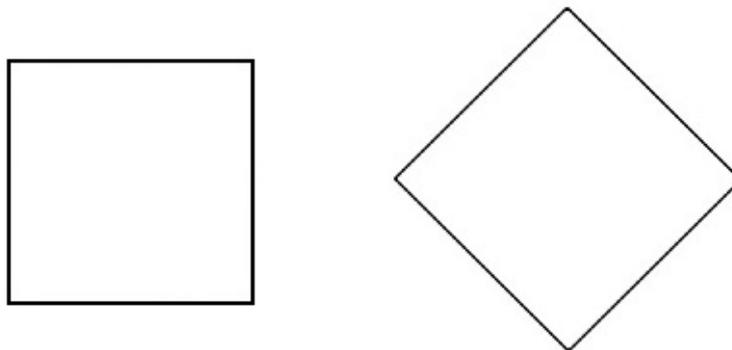


El eje mental arriba-abajo es un potente organizador de nuestro sentido de la figura y la forma. ¿Qué tenemos aquí?



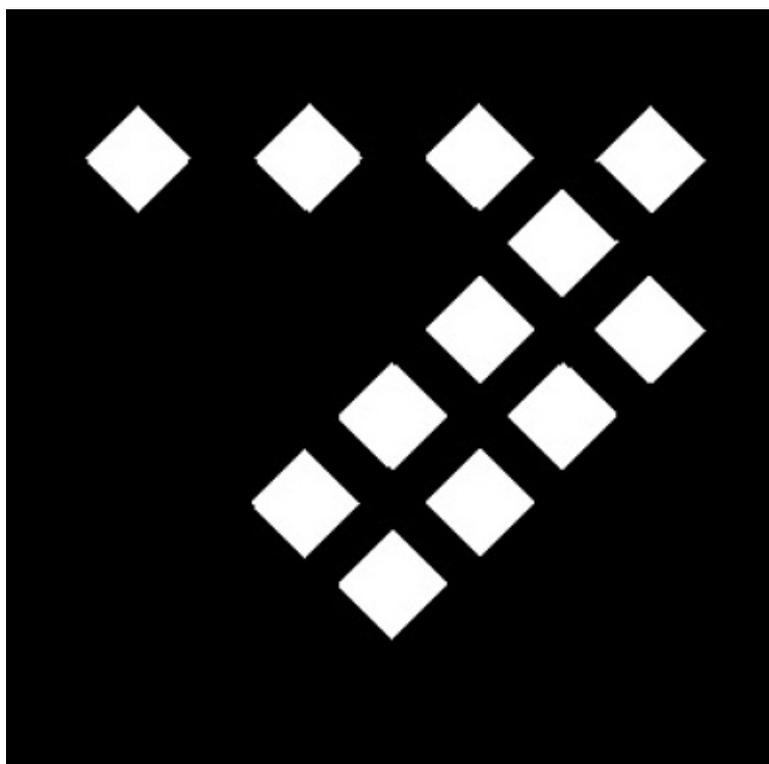
Pocas personas reconocen que es el perfil de África volteado noventa grados, aun cuando inclinen la cabeza en el sentido contrario a las agujas del reloj. La representación mental de una figura —tal como la «describen» nuestras mentes— no refleja sólo su geometría euclidiana, que permanece inalterada cuando una figura es girada. Refleja la geometría que es relativa a nuestro marco de referencia arriba-abajo. Pensamos en África como un algo que tiene un trozo ancho «arriba» y un trozo estrecho «abajo». Basta cambiar lo que se halla arriba y lo que está abajo, para que ya no sea África, aun cuando ni un ápice de su contorno costero haya sido alterado^[41].

El psicólogo Irvin Rock ha encontrado otros muchos ejemplos, entre los cuales, éste sencillo:



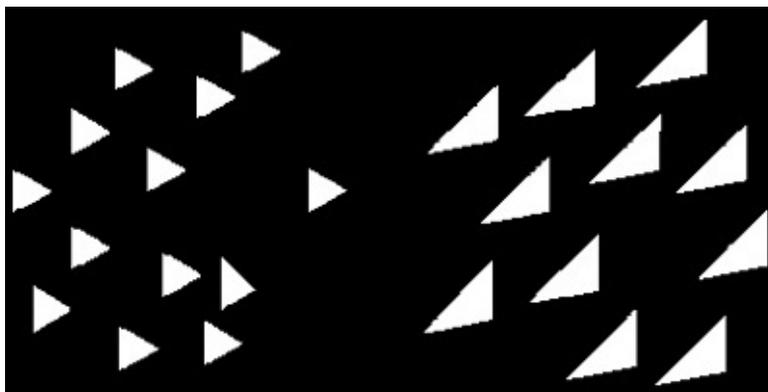
Las personas ven estos dibujos como si fueran dos figuras diferentes, un cuadrado y un diamante. Pero, en lo que concierne al geómetra, la figura es una y la misma. Si fueran clavijas llenarían los mismos huecos: cada uno de los ángulos y cada una de las líneas son las mismas. La única diferencia radica en el modo en que están dispuestas en relación al marco de referencia arriba-abajo del observador, y esa diferencia basta para que se les puedan dar palabras en nuestro idioma. Un cuadrado es plano en la parte superior, un diamante acaba en punta en la parte superior y en la parte inferior; no hay modo de escapar a ese «en la parte superior». Aún resulta más difícil ver que el diamante está hecho de ángulos rectos.

Por último, los propios objetos pueden diagramar marcos de referencia:



La figura en la parte superior derecha oscila entre una imagen que se asemeja a un cuadrado o un diamante, según si mentalmente está agrupada con las tres figuras de su izquierda o con las ocho que tiene por debajo. Las líneas imaginarias alineadas con las hileras de figuras se han convertido en marcos de referencia cartesianos —un marco parangonado con el «arriba-abajo» retínico, el otro ladeado en diagonal—, y una figura tiene un aspecto diferente cuando mentalmente es descrita dentro de una o de la otra.

Y en caso de que el lector aún guarde una actitud escéptica acerca de todos estos marcos de referencia incoloros, inodoros e insípidos que supuestamente se superponen al campo visual, me complace presentarle una demostración maravillosamente sencilla realizada por el psicólogo Fred Attneave. ¿Qué sucede con los triángulos de la izquierda?



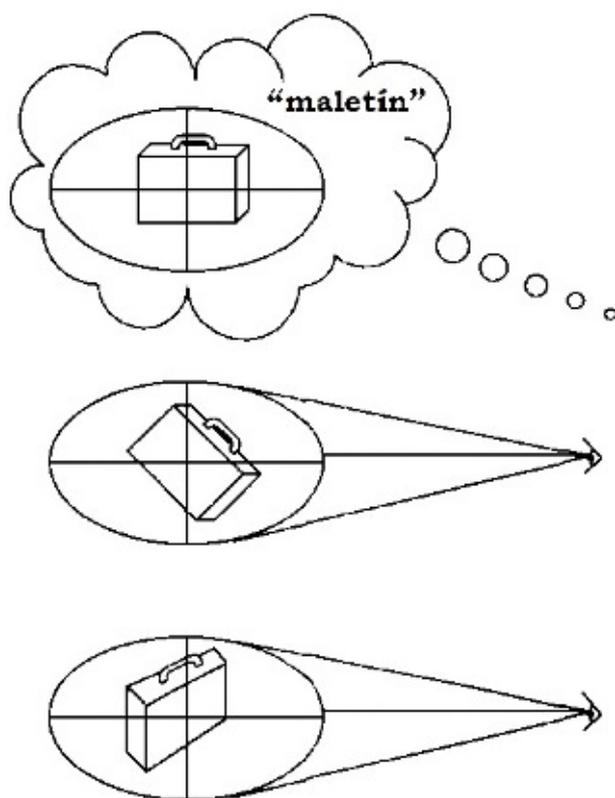
Basta con mirarlos el suficiente tiempo y cambiarán alternando una y otra apariencia. No se desplazan, sólo se invierten en la profundidad, aunque algo cambia. Muchos se refieren a este cambio como debido al «sentido en que apuntan». Aquello que oscila en la página no son los propios triángulos, sino un marco de referencia mental que cubre los triángulos. El marco no proviene de la retina, la cabeza, el cuerpo, la habitación, la página o la gravitación, sino de un eje de simetría de los triángulos. Los triángulos cuentan con tres de estos ejes, y se turnan en el dominar. Cada eje tiene el equivalente de un polo norte y un polo sur, que garantizan la sensación de que los triángulos apuntan hacia algún lugar. Los triángulos oscilan en masa, como si formaran un coro; al cerebro le gusta que sus marcos de referencia abarquen por entero espacios vecinos de figuras. Los triángulos en el diagrama de la derecha oscilan aún más, ya que brincan entre seis impresiones distintas, las cuales pueden interpretarse no sólo como triángulos obtusos colocados planos en la página, sino también como triángulos rectángulos que se levantan sobre la línea de profundidad, cada uno con un marco de referencia que puede adoptar tres modalidades^[42].

Galletas Crackers en forma de animales

La habilidad de los objetos para atraer marcos de referencia para sí ayuda a resolver uno de los grandes problemas que tiene planteados la visión, al tiempo que será el que ahora abordaremos en nuestra ascensión desde la retina hasta el pensamiento abstracto. ¿Cómo se reconocen las figuras? Un hombre de cipo medio conoce nombres para unas diez mil cosas, la mayoría de las cuales resultan distinguibles por la figura. Incluso un niño de seis años conoce nombres para unos cuantos millares, ya que los ha ido aprendiendo al ritmo de uno cada pocas horas a lo largo de los años. Ciertamente es que los objetos pueden ser de diversas maneras. Algunos pueden serlo a partir de los sonidos y los sabores, y otros, como una camisa en un cesto, pueden ser identificados sólo por el color y la materia de que están hechos. Con todo, casi todos los objetos pueden ser reconocidos a partir de sus figuras. Al

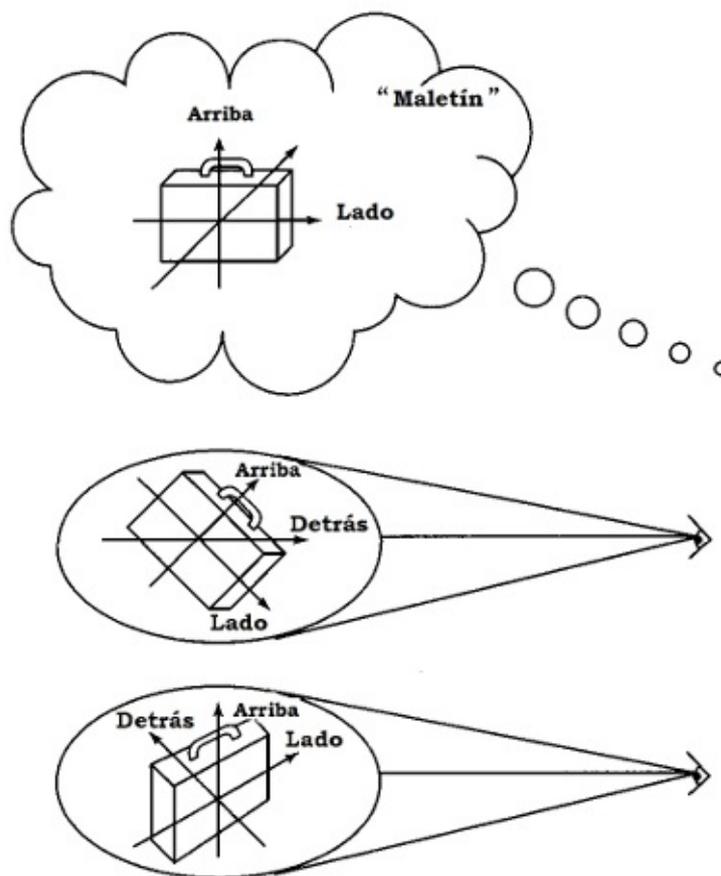
reconocer la figura de un objeto, de hecho actuamos como geómetras puros, examinando la distribución de la materia en el espacio y encontrando el emparejamiento más exacto en la memoria. El geómetra mental tiene que ser en realidad agudo, ya que un niño de tres años puede echar un vistazo a una caja de galletas que tienen forma de animales o a un montón de fichas de plástico y colores chillones, y decir de carretilla los nombres de una fauna exótica sólo considerando sus perfiles.

El diagrama en la parte media de la página 25 introducía ya al lector en las razones por las que el problema fuese tan difícil. Cuando un objeto o un observador se mueve, los contornos en el boceto en dos dimensiones y media cambian. Si el recuerdo de la figura —pongamos por caso, un maletín— era una copia del esbozo en dos dimensiones y media cuando fue vista por primera vez, la versión desplazada ya no coincidirá. El recuerdo de una maleta sería algo así como «una lámina rectangular y un asa horizontal a las doce en punto», pero el asa que ahora contemplamos ni es horizontal ni está a las doce en punto, de modo que nos quedaremos en blanco, mirándola fijamente, sin saber qué es.



Pero supongamos que en lugar de utilizar el marco de referencia retínico, el archivo de memoria se sirve de un marco alineado con el propio objeto. El recuerdo sería «una lámina rectangular con un asa paralela *al borde de la lámina, en la parte superior de ella*». La parte «de la lámina» significa que recordamos las posiciones de las partes relativas al objeto mismo, no relativas al campo visual. Entonces, cuando vemos un objeto no identificado, nuestro sistema visual alineará de forma automática

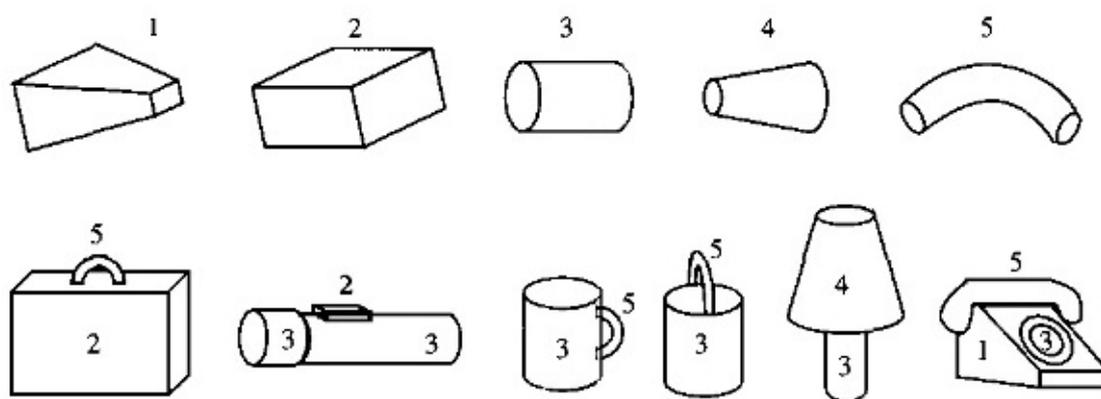
un marco de referencia tridimensional en el objeto, tal como hizo en su momento con el coro de rectángulos y triángulos de Attneave. Ahora bien, cuando emparejamos lo que vemos y lo que recordárnoslos dos coinciden, con independencia del modo en que el maletín esté orientado. Por último, reconocemos nuestro equipaje.



De este modo, Marr explicaba, en su caso tomando como ejemplo una cascara de nuez, el reconocimiento de la figura. La idea central es que un recuerdo de la forma no es una copia del croquis en dos dimensiones y media, sino que es almacenado en un formato que difiere de aquél en dos sentidos. En primer lugar, porque el sistema de coordenadas está centrado en el objeto y no en el observador, como sucede en el caso del croquis en dos dimensiones y media. Para reconocer un objeto, el cerebro alinea un marco de referencia en sus ejes de elongación y simetría, y mide posiciones y ángulos de las partes en ese marco de referencia. Sólo entonces visión y memoria se equiparan. La segunda diferencia consiste en que el emparejador no compara visión y memoria píxel por píxel, como si situara la pieza del rompecabezas que falta en el hueco que queda. Si lo hiciera, las formas que deben emparejarse quizá aún no podrían. Los objetos reales tienen mellas e irregularidades y se presentan en diferentes estilos y modelos. No hay dos maletines que tengan dimensiones idénticas, algunos presentan ángulos redondeados o reforzados y disponen de asas gruesas o delgadas. De modo que la representación de la forma a punto de ser emparejada no será un molde que reproduzca con exactitud todas y cada una de las incidencias que

presenta su relieve. Debe expresarse en categorías comprensivas como «lámina» y «en forma de U». Los accesorios, así mismo, no pueden ser especificados con una precisión calibrada al milímetro, sino que deben permitir ciertos efectos: las asas de diferentes tazas se hallan todas «en los lados», aunque puede que estén un poco más arriba o más abajo si se compara una taza con otra^[43].

El psicólogo Irving Biederman ha desarrollado dos ideas de Marr sirviéndose de un inventario de partes geométricas sencillas a las que denomina «geones» (por analogía con los protones y los electrones que constituyen los átomos). A continuación presentamos cinco geones junto con algunas de sus combinaciones:



Biederman propone un total de veinticuatro geones, incluyendo un cono, un megáfono, un balón, un tubo, un cubo y un codo tubular. (Desde el punto de vista técnico, todos son diferentes clases de conos. Si un cucurucho de helado es la superficie barrida por un círculo que se expande a medida que su centro se desplaza por una línea, los geones son las superficies barridas por otras figuras en dos dimensiones a medida que se expanden o contraen mientras se desplazan en línea recta o escribiendo líneas curvas). Los geones pueden juntarse formando objetos mediante unas pocas relaciones accesorias como, por ejemplo, «arriba», «al lado», «extremo con extremo», «extremo descentrado» y «paralela». Estas relaciones se definen en un marco de referencia centrado en el objeto, y no ciertamente en el campo visual; «arriba» significa «arriba del principal geón» y no «arriba de la fovea». De este modo las relaciones continúan siendo las mismas, aun cuando el objeto u el observador se desplacen.

Los geones, como la gramática, son combinatorios. Ciertamente es que, a nosotros mismos, no nos describimos las figuras con palabras, sino que los ensamblajes de geones constituyen un tipo de lenguaje interno, un dialecto del mentales. Los elementos que proceden de un vocabulario fijo se integran en estructuras más amplias, como las palabras lo hacen en una oración. Además, una oración no es la suma de las palabras que la componen, sino que depende de su ordenación sintáctica. *Un hombre mordió a un perro* no significa lo mismo que *un perro mordió a un hombre*. Así mismo, un objeto no es la suma de sus geones, sino que depende de su

ordenación espacial; un cilindro con un codo al lado es una taza, mientras que un cilindro con un codo en la parte superior es un balde. Y al igual que un pequeño número de palabras y reglas se combinan dando lugar a un número astronómico de oraciones, un pequeño número de geones y acoplamientos se combinan dando lugar a un número astronómico de objetos. Según Biederman, cada uno de los veinticuatro geones se presenta en quince tamaños y complexiones (un poco más gruesos, un poco más delgados), y existen ochenta y un modos diferentes de unirlos. Este hecho permite que, con tan sólo dos geones, se elaboren del orden de unos 10.497.600 objetos y con sólo tres geones, 306.000.000.000. En teoría, sería más que suficiente para ensamblar las decenas de miles de formas que conocemos. A efectos prácticos, resulta sencillo construir modelos de objetos cotidianos que sean reconocibles de forma instantánea a partir de tres geones y, a menudo, a partir sólo de dos^[44].

El lenguaje y las formas complejas parece que incluso son vecinos en el cerebro. El hemisferio izquierdo no es sólo la sede del lenguaje, sino también de la capacidad de reconocer e imaginar formas definidas por las disposiciones de las partes. Un paciente neurológico, que había sufrido un derrame cerebral en el hemisferio izquierdo, refería: «Cuando trato de imaginarme una planta, un animal, un objeto, sólo puedo recordar una parte. Mi visión interna es fugaz, fragmentaria; si me propongo imaginarme la cabeza de una vaca, recuerdo que tiene orejas y cuernos, pero no puedo volver a visualizar dónde colocarlos». El hemisferio derecho, al contrario, vale para medir formas enteras; puede juzgar fácilmente si un rectángulo es más grande que ancho o si un punto está a más o a menos de un centímetro de un objeto^[45].

El hecho de que las exigencias que la teoría del geón plantea al croquis en dos dimensiones y media no sean irracionales constituye una de sus ventajas. Tallar objetos en partes, etiquetarlas como geones y evaluar su disposición no son problemas insuperables, y quienes se dedicaría investigar la visión han desarrollado modelos sobre el modo en que el cerebro los soluciona. A su favor tiene además el hecho de que una descripción de la anatomía de un objeto ayuda a la mente a pensar los objetos, y no sólo a soltar impulsivamente sus nombres. Comprendemos el modo en que funcionan los objetos y para qué sirven al analizar las formas y ordenaciones de sus partes^[46].

La teoría del geón afirma que en los niveles más altos de percepción la mente «ve» objetos y partes como si fueran sólidos geométricos idealizados. Con ello se explicaría un hecho curioso acerca de la estética visual humana, en el cual desde hace tiempo se había reparado. Cualquier persona que haya asistido a una clase de dibujo figurativo con modelo o haya frecuentado una playa nudista, sabrá fácilmente que los cuerpos humanos reales no están a la altura de nuestra encantadora imaginación. La mayoría tenemos mejor aspecto cuando vamos vestidos. En su historia de la moda, el historiador del arte Quentin Bell da una explicación que podría haber salido directamente de la teoría del geón:

Si envolvemos un objeto en un cierto tipo de funda, de modo que los ojos deduzcan en lugar de ver el objeto que se halla encerrado, la forma inferida o imaginada probablemente será más perfecta de lo que parecería si estuviera al descubierto. Por tanto, una caja cuadrada envuelta con un papel de color marrón será imaginada como un cuadrado perfecto. A no ser que la mente reciba algún indicio muy claro, resulta poco probable que visualice agujeros, aristas, grietas u otras cualidades accidentales. Del mismo modo, si cubrimos con una tela el muslo, la pierna, el brazo o el seno, la imaginación supone un miembro perfectamente formado; es decir, ni concibe, ni puede hacerlo, las irregularidades y las imperfecciones que la experiencia debiera conducirnos a suponer.

... Sabemos cómo es [un cuerpo] probablemente por experiencia y, con todo, suspendemos nuestra desconfianza al creer gustosos las ficciones generadas por la forma de vestir [de una persona]. En realidad, pienso que estamos dispuestos a ir aún más allá en el camino de la ilusión, ya que al ponernos la mejor americana que tenemos, vemos cómo los hombros deplorablemente caídos, gracias a las almohadillas colocadas en las hombreras, se realzan e idealizan y, por un momento, crece la estima en que nos tenemos^[47].

Habría que puntualizar, no obstante, que los geones no sirven para todo. Muchos objetos naturales, como los árboles y las montañas, cuentan con complicadas formas fractales, que los geones reducen a pirámides y otras figuras esquemáticas. Y si bien los geones pueden utilizarse para crear un rostro humano genérico aceptable como es un muñeco de nieve, resulta casi imposible construir un modelo de un rostro *particular*— el rostro de Juan, el rostro de la abuela— que sea lo bastante diferente de otros como para no ser confundido con ellos; pero lo suficiente estable a través de las diferentes formas de sonreír, el modo de fruncir el ceño, el modo de engordar y la edad como para identificar en cada ocasión a esa misma persona. Muchos son los psicólogos que creen en el carácter especial del reconocimiento facial. En una especie social como es el género humano, el rostro reviste tal importancia que la selección natural le dotó de un procesador capaz de registrar los tipos de contornos geométricos y proporciones necesarias para distinguir una cara de otra. Los bebés, sin ir más lejos, cuando apenas tienen media hora de vida se fijan ya en los patrones faciales, si bien no lo hacen en otras ordenaciones complejas y simétricas, y rápidamente aprenden a reconocer a sus madres, incluso ya en el segundo día de vida^[48].

El reconocimiento facial puede que incluso utilice distintas partes del cerebro. La incapacidad para reconocer las caras, una afección que se denomina técnicamente prosopagnosia, es distinta a la afección que padecía aquel paciente de Oliver Sacks, el cual confundía a su mujer con un sombrero: los prosopagnósicos pueden distinguir una cara de un sombrero; en cambio, no pueden decir a quién pertenece la cara. Con todo, muchos de ellos pueden reconocer sombreros y casi cualquier otra cosa. Por ejemplo, el paciente «LH» pasó por la batería de pruebas a la que le sometieron los psicólogos Nancy Etcoff y Kyle Cave, y el neurólogo Roy Freeman. LH era un hombre inteligente y erudito que padecía lesiones en la cabeza producidas por un accidente de automóvil sufrido veinte años antes de hacerle aquellas pruebas. Desde que tuvo el accidente había sido explícitamente incapaz de reconocer las caras. No podía reconocer a su esposa ni a sus hijos (salvo por la voz, el olor o el modo de andar), tampoco podía reconocer su propio rostro en el espejo ni las fotografías de celebridades (a menos que tuvieran un sello visual característico como serían, por

ejemplo, Einstein, Hitler y los Beatles, en su época de melenas aflequilladas). No es que tuviera dificultades para descifrar los detalles de un rostro, en este sentido podía emparejar rostros enteros con sus perfiles, incluso si eran iluminados artísticamente mediante una luz lateral, y estimar su edad, sexo y belleza. Además, era prácticamente normal en cuanto al reconocimiento de objetos complicados que no fuesen rostros, entre ellos, palabras, vestidos, peinados, vehículos, herramientas, verduras, instrumentos músicos, diferentes tipos de silla de oficina, gafas, configuraciones de puntos y formas como la antena del televisor. Sólo había dos tipos de formas que le planteaban problemas. Tenía una notoria dificultad en identificar con nombres las galletas que comían sus hijos y reproducían las formas de distintos animales; análogamente, en el laboratorio su rendimiento era inferior a la media cuando se trataba de nombrar los dibujos de animales. Sentía cierta dificultad en reconocer expresiones faciales como el movimiento de las cejas, las expresiones de burla y las de temor. Pero ni los animales ni las expresiones faciales le resultaban tan difíciles como las caras, hecho que le hacía llevarse auténticos chascos^[49].

De todas formas, hay que tener en cuenta que los rostros no son lo más difícil que se le puede pedir al cerebro que reconozca, y por tanto no se puede afirmar que si un cerebro no funciona a pleno rendimiento el reconocimiento facial sea el primero en acusar esa deficiencia. Los psicólogos Marlene Behrmann, Morris Moscovitch y Gordon Winocur estudiaron a un joven que había recibido una fuerte contusión en la cabeza causada por el espejo retrovisor de un camión que circulaba a cierta velocidad. El paciente tenía dificultad a la hora de reconocer objetos cotidianos, aunque no experimentaba ninguna en reconocer caras, aun cuando estuvieran disfrazadas con gafas, pelucas o bigotes. El síndrome que le afectaba era precisamente el opuesto a la prosopagnosia, y demostraba que el reconocimiento facial era diferente del reconocimiento objetual, y no sólo más difícil^[50].

En consecuencia, ¿los prosopagnósicos tienen un módulo de reconocimiento facial defectuoso? Algunos psicólogos, al señalar que LH y otros pacientes prosopagnósicos experimentaban *cierta* dificultad con *algunas* formas, se inclinarían más bien a sostener que estos pacientes experimentan dificultades cuando procesan aquellos tipos de rasgos geométricos que más útiles les son cuando se trata de reconocer caras, aunque no por ello son menos útiles para reconocer otros tipos determinados de figuras. Pienso que la distinción entre «reconocer caras» y «reconocer objetos con la geometría de las caras» carece de sentido. Además, desde el punto de vista del cerebro, nada es un rostro hasta que ha sido reconocido como tal. La única cosa que *puede* ser especial en un módulo de percepciones el tipo de geometría a la que presta atención, por ejemplo, la distancia entre las manchas simétricas o el patrón de curvatura de superficies elásticas en dos dimensiones que se dibujan sobre un esqueleto tridimensional y son rellenadas mediante conectores y atenuadores dúctiles subyacentes. Silos objetos que son distintos a las caras (como, los animales, las expresiones faciales o incluso los coches) tienen algunos de estos

rasgos geométricos, el módulo no tendrá más elección que analizarlos, aun en el caso de que, finalmente, sean en su mayoría útiles para identificar también rostros. El hecho de denominar a un módulo con el término «reconocedor facial» no equivale a afirmar que se limite sólo a tratar rostros, sino más bien que se halla optimizado para rasgos geométricos que distinguen rostros porque el organismo fue seleccionado en su historia evolutiva favoreciendo una capacidad para reconocerlos.



La teoría del geón es encantadora, pero ¿es verdadera? Desde luego, no lo es en su forma más pura, en la cual cada objeto obtendría una descripción de su geometría tridimensional, sin contaminación alguna derivada de los antojos del punto de vista adoptado. Casi todos los objetos son opacos, y algunas de sus superficies oscurecen a otras, hecho que literalmente imposibilita llegar a la misma descripción del objeto desde cada uno de los puntos de vista privilegiados. Por ejemplo, podemos saber qué aspecto tiene la parte posterior de una casa con sólo situarnos de pie enfrente de la fachada. Con todo, Marr sorteó el problema al ignorar las superficies y analizar las figuras de los animales como si estuvieran construidas con limpiapipas. La versión de Biederman aborda el problema y da a cada objeto *varios* modelos de geones en el catálogo mental de formas, uno para cada vista requerida para revelar todas sus superficies.

Pero esta concesión abre la puerta a un modo completamente distinto de llevar a cabo el reconocimiento de la forma. ¿Por qué no llegar hasta el final y dar a cada figura un amplio número de archivos de memoria, uno, pongamos por caso, para cada punto de vista privilegiado? En este caso los archivos no precisarían de un fantástico marco de referencia centrado en el objeto; podrían utilizar las coordenadas retínicas libremente disponibles en el croquis de dos dimensiones y media, siempre que hubiera bastantes archivos para cubrir todos los ángulos de la visión. Durante muchos años esta idea fue descartada de plano. Si el continuo de ángulos de visión mudara según diferencias de un grado, serían precisos unos cuarenta mil archivos por cada objeto para cubrir todos los ángulos (y esta cantidad sólo cubriría los ángulos de visión y no abarcaría aquellas posiciones en las que el objeto está en un punto ciego ni tampoco las diferentes distancias de visión). No cabe escatimarlos especificando unas pocas vistas, como si fuera la planta y el alzado de un proyecto de arquitectura, porque, en principio, cualquiera de las vistas podría ser esencial. (Una prueba sencilla de ello consiste en imaginarse una forma consistente en una esfera hueca con un juguete enganchado en su interior y un pequeño agujero perforado por delante. Sólo al mirar el juguete exactamente a través del agujero, se puede ver la forma entera)^[51]. Con todo, en fecha reciente la idea ha vuelto a hacer su aparición. Al escoger con criterio las vistas y al usar una red neuronal asociadora de configuración interpolándola entre ellas cuando un objeto no se equipara con una visión exacta, se

puede pasar escogiendo un número manejable de vistas por objeto, cuarenta a lo sumo^[52].

Aún parece poco probable que las personas tengan que ver un objeto desde cuarenta ángulos distintos para poder reconocerlo más tarde, aunque se dispone de otro truco. Recordemos que las personas se apoyan en la dirección «arriba-abajo» para construir figuras: los cuadrados no son diamantes, el perfil de la costa del continente africano resultaba irreconocible. Este hecho presenta otra contaminación de la teoría pura del geón: las relaciones como «arriba» y «parte de arriba» tienen que provenir de la retina (con cierto ajuste derivado de la fuerza de la gravedad) y no del objeto. Puede que se trate de una concesión inevitable, porque a menudo no hay modo de localizar con toda precisión la «parte de arriba» de un objeto antes de que sea reconocido. Con todo, el problema real proviene de lo que la gente *hace* con objetos laterales que en principio no reconocen. Si, por ejemplo, *decimos* que una figura ha sido volteada lateralmente, los observadores la reconocerán de forma rápida, tal como el lector mismo a buen seguro hizo cuando leyó que el dibujo de África estaba de lado. Podemos voltear mentalmente una figura hasta dejarla en posición vertical y, entonces, reconocer la imagen así volteada. Al disponer de un volteador mental de imágenes, el marco centrado en el objeto propio de la teoría del geón pasa a ser aún menos necesario. Podríamos almacenar algunas vistas en dos dimensiones y media desde unos pocos puntos de vista privilegiados y estándares, como cuando la policía ficha a los criminales, y si un objeto enfrente de ellos no se emparejara con una de las fotos, mentalmente le haríamos voltear hasta que coincidiera. Cierta combinación de vistas múltiples y un volteador mental hacen innecesarios los modelos de geones en marcos de referencia centrados en el objeto^[53].



Con todas estas opciones abiertas para el reconocimiento de la forma, ¿cómo podemos decir qué hace en realidad la mente? El único modo real de dar una respuesta consiste en estudiar a los seres humanos reales, a los cuales se les propone que reconozcan formas en condiciones de laboratorio. Un conjunto de experimentos, célebre ya, señalaba que la rotación mental de los objetos era la clave. Los psicólogos Lynn Cooper y Roger Shepard mostraron a distintos sujetos letras del alfabeto con orientaciones diferentes: verticales, inclinadas cuarenta y cinco grados, de lado, inclinadas ciento treinta y cinco grados e invertidas. Cooper y Shepard no pidieron a esos sujetos que revelaran impulsivamente el nombre de las letras, porque estaban más preocupados por identificar los atajos: un garabato característico en forma de lazo o una cola podrían ser detectables en cualquier orientación y dar paso a la respuesta. En consecuencia, forzaron a los sujetos de su experimento a que analizaran la geometría completa de cada letra mostrándoles una o su imagen especular, e

hicieron que los sujetos presionasen un botón si la letra era normal, y otro cuando aparecía invertida especularmente.

Cuando Cooper y Shepard midieron el tiempo que tardaban los sujetos en presionar el botón, observaron la clara presencia de la rotación mental. Cuanto más la letra se apartaba de la posición vertical, más tiempo llevaba la acción de presionar el botón. Eso era precisamente lo que cabía esperar que sucediera en el caso de que los sujetos fueran girando gradualmente la imagen de la letra hasta colocarla en vertical; cuanto más tenía que girar, más tiempo llevaba voltearla. Tal vez, por tanto, cabía inferir que reconocemos las formas volteándolas en la mente^[54].

Pero quizá no fuera así, ya que no se estaban reconociendo formas, sino distinguiéndolas de sus imágenes especulares. Las imágenes especulares son especiales. Justamente, la continuación de las *Aventuras de Alicia en el País de las Maravillas* llevó por título *A través del espejo*. La relación de una forma con su imagen especular ha dado lugar a sorpresas, incluso a paradojas, en muchas ramas de la ciencia. (Estas sorpresas y paradojas han sido exploradas en los fascinantes libros de Martin Gardner, Michael Corbailis e Ivan Beale). Consideremos, por ejemplo, las manos derecha e izquierda desprendidas del cuerpo de un maniquí. En un sentido son idénticas: cada una tiene cuatro dedos y un pulgar unidos a una palma y una muñeca. En otro sentido son claramente diferentes; la forma de una no puede superponerse a la otra. La diferencia radica sólo en cómo se alinean las partes en relación a un marco de referencia en el que los tres ejes han sido etiquetados con direcciones; arriba-abajo, delante-detrás, izquierda-derecha. Cuando una mano izquierda tiene los dedos hacia arriba y la palma hacia delante (haciendo el gesto de «alto»), el pulgar apunta hacia la derecha. Ésa es la única diferencia, pero es real. Las moléculas de la vida tienen una orientación dominante al punto que sus imágenes especulares a menudo no existen en la naturaleza y no funcionarían en cuerpos.

Un descubrimiento fundamental de la física del siglo xx ha sido que el universo presenta también una orientación dominante. En primera instancia es algo que parece absurdo. Para cualquier objeto y suceso en el cosmos, no hay modo de saber si estamos viendo el acontecimiento actual o su reflexión en un espejo. Probablemente el lector objetará que las moléculas orgánicas y los objetos elaborados por el hombre, por ejemplo, las letras del alfabeto, son una excepción. Las versiones estándares se hallan en todas partes y son familiares, mientras que las imágenes especulares son raras y fácilmente se pueden reconocer. Con todo, para un físico o cuenta, porque el dextrógiro o levógiro es un accidente histórico, no algo gobernado por las leyes de la física. En otro planeta, cabría añadir, o, para el caso, en este mismo, si rebobinásemos la cinta de la evolución e hiciéramos que sucediese de nuevo, nos daríamos cuenta de que podría haber ocurrido, igual de fácilmente, en el otro sentido. Los físicos solían pensar que era algo cierto para cualquier cosa en el universo. Wolfgang Pauli escribió, «no creo que Dios sea un débil zurdo», y Richard Feynman se jugó cincuenta dólares (no estaba dispuesto a jugarse cien) a que ningún experimento

revelaría una ley de la naturaleza que tuviera un aspecto diferente al otro lado del espejo. Y... perdió. El núcleo del cobalto 60 se dice que gira en sentido contrario a las agujas del reloj si es mirado desde su polo norte, aunque esa descripción es en sí misma circular, porque «polo norte» es simplemente aquello que se halla en el extremo de un eje desde el cual una rotación parece ir en sentido opuesto a las manecillas del reloj. El círculo lógico se romperá si *algo más* diferenciara al así llamado polo norte del tal llamado polo sur. Y ese algo más es lo siguiente cuando el átomo se desintegra, es más probable que los electrones salgan disparados por el extremo que denominamos sur. «Norte» frente a «sur» y «en el sentido de las manecillas del reloj» frente a «en el sentido contrario a las manecillas del reloj» no son ya etiquetas arbitrarias, sino que se distinguen en relación al chorro de electrones. La desintegración y, por tanto, el universo, tendría un aspecto diferente en el espejo. Dios, al fin y al cabo, no es ambidextro^[55].

En consecuencia, las versiones dextrógiras o levógiras, desde las partículas subatómicas hasta la materia prima de la vida y la rotación de la Tierra, son fundamentalmente diferentes. Ahora bien, la mente en general las trata como si fueran lo mismo:

Pooh miró sus dos garras. Sabía que una de ellas era la derecha, y sabía que una vez uno ha decidido cuál de las dos es la derecha, entonces la otra es la izquierda, pero nunca podía recordar cómo empezar.

Nadie recuerda bien cómo empezar. Los zapatos derecho e izquierdo se parecen tanto que se deben enseñar trucos a los niños para distinguirlos, como, por ejemplo, colocarlos uno al lado del otro y comparar la diferencia. ¿En qué dirección mira Juan Carlos I en una moneda de cien pesetas? Sólo hay un cincuenta por ciento de probabilidades de que el lector responda correctamente, lo mismo que si lanzara la moneda al aire e intentara predecir si saldrá cara o cruz. Además, sucede lo mismo con el célebre cuadro de Whistler *Arrangement in Black and Gray: The Artist's Mother?* Incluso la lengua tiende a anular la distinción derecha e izquierda: *al lado y junto a* denotan una posición de lado con lado sin especificar qué o quién se halla a la izquierda, pero no hay ninguna palabra en el léxico que denote arriba y abajo sin que especifique quién o qué se halla arriba. La cualidad de nuestro olvido con respecto a la posición derecha/izquierda contrasta abiertamente con nuestra hipersensibilidad hacia las posiciones arriba/abajo y delante/detrás. A juzgar por las apariencias, diríamos que la mente humana no tiene una etiqueta preexistente para la tercera dimensión de su marco de referencia centrado en el objeto. Cuando éste ve una mano, alinea el eje que va desde la muñeca hasta las yemas de los dedos con la posición «abajo/arriba» y el eje palma-dorso de la mano con «detrás/delante», aunque la dirección del eje que va desde el meñique hasta el pulgar está libre. Pongamos por caso que la mente lo denomina «en el sentido del pulgar» y que las manos derecha e izquierda se convierten en sinónimos mentales. Nuestra indecisión con respecto a la

derecha y la izquierda requiere una explicación, porque un geómetra diría que no son en absoluto distintas desde arriba y abajo, o desde delante y atrás^[56].

La explicación consiste en que las confusiones de las imágenes especulares acontecen de forma natural en animales bilateralmente simétricos. Una criatura perfectamente simétrica es incapaz, desde un punto de vista lógico, de diferenciar izquierda y derecha (¡a menos que pueda reaccionar ante la desintegración del cobalto 60!). Dicho de otro modo, la selección, natural estuvo poco incentivada para construir animales asimétricos de modo que pudieran representarse mentalmente figuras de forma diferente a partir de sus reflejos especulares. En realidad, expresado al revés: la selección natural tuvo todos los incentivos para construir animales simétricos de modo que *no* representaran figuras de forma diferente a partir de sus reflejos especulares. En un mundo de dimensiones intermedias en el que viven los animales (mucho mayor que el inundo de las partículas subatómicas y las moléculas orgánicas, y más pequeño que un frente nuboso), derecha e izquierda no se diferencian. Los objetos, desde la planta diente de león hasta las montañas, tienen partes superiores que difieren conspicuamente de sus partes inferiores, y casi todas las cosas que se mueven y desplazan tienen partes frontales que difieren visiblemente de sus partes posteriores. Con todo, ningún objeto natural tiene un lado izquierdo que difiera de una forma no aleatoria de su lado derecho, haciendo que su versión en la imagen especular se comporte de forma diferente. Si un depredador se aproxima una vez por la derecha, la siguiente puede que lo haga por la izquierda. Todo cuanto ha aprendido del primer encuentro debe generalizarse a su versión en la imagen especular. Otro modo de expresarlo es que si tenemos la película positivada de una fotografía en color de una escena, nos resultará obvio saber si está puesta al revés, con la parte superior en la inferior y viceversa; pero será difícil —más aún si se trata de un duplicado— advertir si está invertida con la derecha en la izquierda y viceversa, a menos que la escena contenga un objeto elaborado por el hombre, como un coche o un texto escrito.

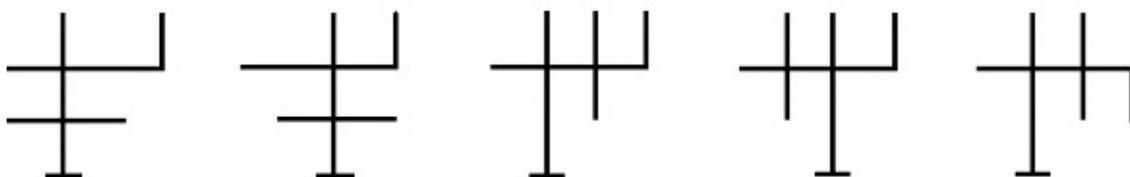
Y esto nos lleva a las letras y la rotación mental. En unas pocas actividades humanas, como son la conducción y la escritura, la derecha y la izquierda marcan una diferencia, y aprendemos a distinguir las. ¿De qué modo? El cerebro y el cuerpo humanos son *ligeramente* asimétricos. Una mano domina, adueñándose de la asimetría del cerebro, y notamos la diferencia. (Los viejos diccionarios solían *definir* «derecha» como el lado del cuerpo con la mano más fuerte, basándose en la suposición de que la gente usa principalmente la mano derecha. Los diccionarios más recientes, tal vez en muestra de respeto hacia una minoría oprimida, usan un objeto asimétrico diferente, la tierra, y definen «derecha» como el este al mirar directamente al norte). El modo habitual en que diferenciamos un objeto de su imagen especular es girándolo de modo que mire hacia arriba y al frente, y luego miramos a qué lado de su cuerpo —el lado de la mano dominante o el lado de la mano no dominante— apunta la parte característica. El cuerpo de una persona se utiliza como el marco de

referencia asimétrico, que distingue entre una forma y su imagen especular lógicamente posible. Ahora bien, los sujetos de los experimentos de Cooper y Shepard puede que hicieran lo mismo, salvo en el hecho de que hacían rotar la forma *en su mente* y no en el mundo. Para decidir si estaban viendo una *R* normal o tirada hacia atrás, volteaban mentalmente una imagen de la forma hasta que alcanzaba la posición vertical, y entonces juzgaban si el lazo imaginario estaba en el lado derecho o el izquierdo.

De este modo, Cooper y Shepard demostraron que la mente *puede* rotar objetos, y así mismo que *un* aspecto de una forma intrínseca del objeto —su orientación dominante— no se almacena en un modelo geón tridimensional. Pero, a pesar de toda la fascinación que ejercen, la orientación dominante es un rasgo tan peculiar del universo que no podemos concluir gran cosa acerca del reconocimiento en general de la forma a partir de los experimentos sobre la rotación mental. Por todo cuanto sabemos, la mente *podría* recubrir objetos con un marco de referencia tridimensional (para el emparejamiento de geones), especificado sin incluir el modo de poner la flecha en el eje que une un lado con el otro. Tal como ellos mismos sugieren, es preciso investigar más.



El psicólogo Michael Tarr y yo investigamos un poco más. Creamos nuestro pequeño y propio mundo de formas y, despóticamente, controlamos la exposición de los sujetos a ellas, teniendo como objetivo la nítida verificación de las tres hipótesis servidas.



Las formas eran lo bastante similares para que los sujetos a ellas expuestos no pudieran recurrir a atajos como, por ejemplo, un garabato revelador. Ninguna de las formas era una imagen especular de otra, de modo que las peculiaridades del mundo en el espejo no desviarán nuestra atención. Cada forma tenía una pequeña base insignificante, de modo que a los sujetos no les sería difícil saber dónde estaba la «parte de arriba» y «la parte de abajo». A cada sujeto le dimos tres formas para que se las aprendiera y luego le pedimos que las identificara presionando uno de los tres botones cuando una forma aparecía fugazmente en la pantalla de un ordenador. Cada forma aparecía en un pequeño repertorio de orientaciones, una y otra vez. Por ejemplo, la Forma 3 aparecía con la parte de arriba en las cuatro en punto cientos de veces, y con la parte de arriba en las siete en punto otros centenares más de veces

más. (Todas las formas e inclinaciones se mezclaron siguiendo un orden aleatorio). De este modo, los sujetos tuvieron la oportunidad de aprender cuál era el aspecto de la forma en unas pocas visualizaciones. Por último, les expusimos a una ráfaga de nuevas pruebas en las que cada forma aparecía en veinticuatro orientaciones uniformemente espaciadas (también siguiendo una ordenación aleatoria). Queríamos ver de qué modo los sujetos manejaban las antiguas formas en esas nuevas orientaciones. Finalmente, se estimó en una milésima de segundo el tiempo que tardaban los botones en emitir la respuesta.

Según la teoría de la visión múltiple, los sujetos crearían un archivo de memoria separado para cada una de las orientaciones en las que aparece comúnmente un objeto. Por ejemplo, configurarían un archivo que mostrara qué aspecto tiene la Forma 3 con el lado derecho hacia arriba (que, además, es como la aprendieron), y luego un segundo archivo para el aspecto que tiene cuando está situada en la posición de las cuatro en punto y un tercero cuando se halle en la posición de las siete en punto. Los sujetos pronto reconocerían la Forma 3 en estas orientaciones. Luego, cuando les sorprendimos con las mismas formas en nuevas orientaciones, sin embargo, necesitaron más tiempo, porque tenían que interpolar la nueva visión entre las que les eran familiares para acomodarla. Todas las nuevas orientaciones conducían a un incremento adicional de tiempo.

Según la teoría de la rotación mental, los sujetos debían estar prontos a reconocer la forma cuando su posición fuera la vertical, y el proceso se hacía más lento cuanto más volteada había sido. El reconocimiento de una forma invertida sería más lento porque precisaba de un giro de 180 grados; la forma en una posición a las cuatro en punto se reconocería de manera más rápida, ya que habría sólo de rotarla 120 grados, y así sucesivamente.

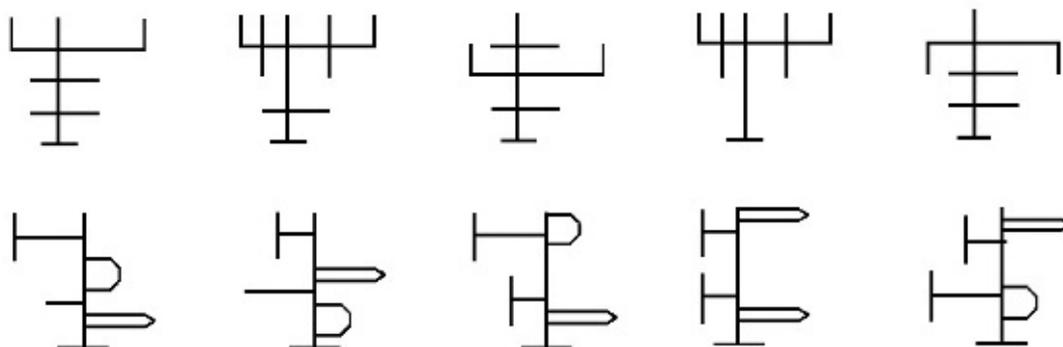
Según la teoría del geón, la orientación no debía importar en absoluto. Los sujetos aprenderían los objetos al describir mentalmente los diversos brazos y cruces en un sistema de coordenadas centrado en el objeto. Entonces, cuando aparecía fugazmente la forma en la pantalla, no sería relevante que apareciera de lado, inclinada o invertida. Superponer un marco sería rápido e infalible, y la descripción de la forma relativa al marco en cada ocasión se equipararía al modelo en la memoria.

Si me permiten un momento, abriré el sobre. Y el ganador es...

Todas ellas. Los sujetos de la prueba almacenaban claramente varias vistas: cuando una forma aparecía en una de sus orientaciones habituales, la identificación era muy rápida. Y además volteaban claramente las formas en la mente. Cuando una forma aparecía en una orientación nueva con la que no estaban familiarizados, cuanto más debía ser volteada para parangonarla con su aspecto más familiar, más tiempo empleaban.

Y como mínimo para algunas formas, los sujetos utilizan un marco de referencia centrado en el objeto tal como se formula en la teoría del geón. Tarr y yo mismo

llevamos a cabo una variante del experimento en la cual las formas tenían geometrías más sencillas:

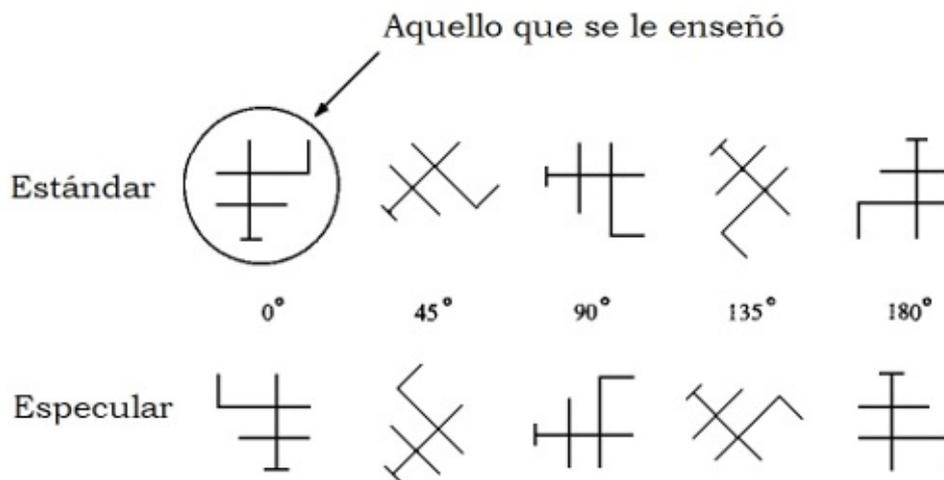


Las formas eran simétricas o casi simétricas, o siempre tenían los mismos tipos de accesorios a cada lado, de modo que los sujetos nunca tuvieran que describir las ordenaciones vertical y lateral de las partes en el mismo marco de referencia. Todos los sujetos se mostraban igual de rápidos con todas estas formas a la hora de identificarlas en *todas* sus orientaciones; la identificación de la invertida no era más lenta que la de la forma con el lado derecho arriba.

En consecuencia, se hace uso de todos estos trucos. Si los lados de una forma no son demasiado diferentes, los sujetos los almacenan como un modelo de geón en tres dimensiones en los propios ejes del objeto. Si la forma es más compleja, almacenan una copia de su aspecto en cada una de las orientaciones en que lo ven. Cuando la forma aparece en una orientación con la que no están familiarizados, la hacen rotar mentalmente hasta convertirla en una que se aproxime más a la familiar. Tal vez no debiera sorprendernos. El reconocimiento de la forma es un problema tan difícil, que un algoritmo sencillo y con una finalidad general puede que no funcione para cada una de las formas bajo todas y cada una de las condiciones de visualización.

Permítanme concluir el relato con el que fue mi momento más feliz como psicólogo experimental. Puede que el lector se muestre escéptico acerca de esa plataforma giratoria mental. Todo cuanto sabemos es que las formas inclinadas se reconocen de forma más lenta. Con cierta ligereza he escrito que volteamos una imagen, aunque tal vez las superficies inclinadas son simplemente más difíciles de analizar por otras razones. ¿Hay pruebas de que simulamos realmente una rotación física y gradual en tiempo real, grado a grado? ¿Nuestro comportamiento muestra alguna rúbrica de la geometría de la rotación que pudiera convencernos de que pasamos una película en nuestra mente?

Uno de los hallazgos que obtuvimos nos dejó, a Tarr y a mí, perplejos. En un experimento diferente, pasamos una serie de pruebas a los sujetos de nuestro estudio, tanto sobre las formas que habían estudiado, como sobre sus imágenes especulares, en una diversidad de orientaciones:

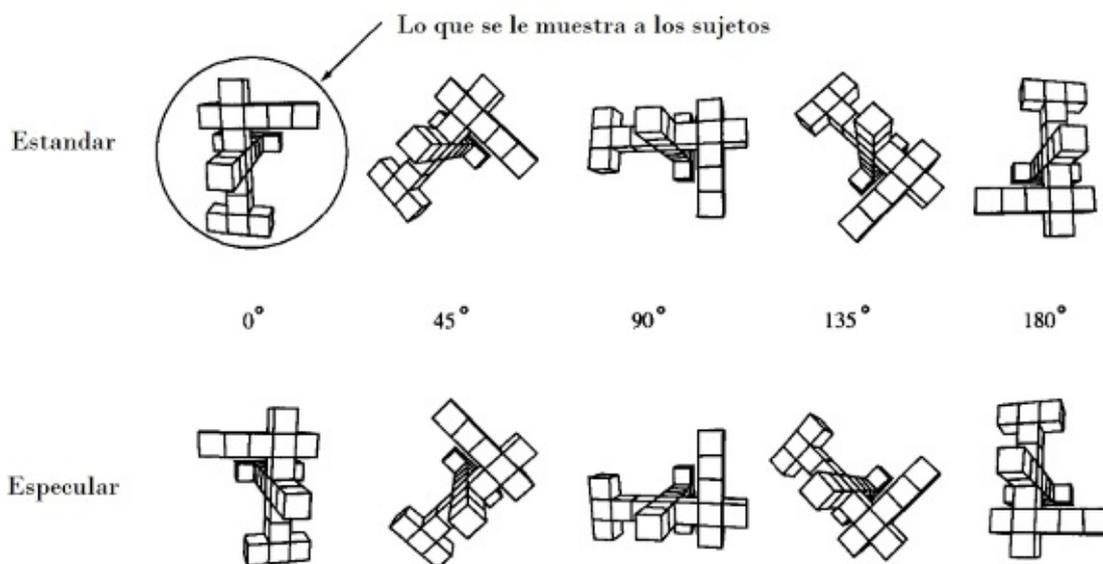


No era una prueba de imagen especcular, como la realizada en los experimentos de Cooper y Shepard; a los sujetos se les dijo que trataran a las dos versiones como si fueran la misma, al igual que utilizaban la misma palabra para designar el guante tanto de la mano derecha como de la izquierda. Ésta es, ciertamente, la tendencia natural de los seres humanos. Pero de algún modo, nuestros sujetos las trataban de manera diferente. En cuanto a las versiones estándar (la hilera de arriba), tardaban más cuanto más inclinada estaba la forma: para identificar la imagen en la hilera superior se tardaba algo más de tiempo que el empleado en la inmediatamente anterior. Con todo, para las versiones reflejadas (hilera de abajo), la inclinación no introducía ninguna diferencia: se tardaba lo mismo en identificar cada una de las orientaciones. Parecía como si mentalmente voltearan las formas estándares pero, en cambio, no las imágenes especculares. Tarr y yo escribimos con tristeza un artículo donde pedíamos a quien lo leyera que creyese que las personas utilizamos una estrategia diferente para reconocer las imágenes especculares. (En psicología, recurrir a «estrategias» para explicar datos extraños es el último salvavidas al que se agarra quien anda desorientado). Pero cuando ya no nos quedaba más que retocar el borrador final para su publicación, surgió una idea.

Recordamos un teorema de la geometría del movimiento: una forma bidimensional siempre puede alinearse con su imagen especcular mediante una rotación no superior a 180 grados, siempre que la rotación pueda hacerse *en la tercera dimensión* alrededor de un eje óptimo. En principio, cualquiera de aquellas formas invertidas en el espejo podía voltear en la dimensión de profundidad hasta emparejarse con la forma vertical estándar, y el sujeto emplearía la misma cantidad de tiempo en efectuar el giro. La imagen especcular a cero grados simplemente voltearía alrededor de un eje vertical como una puerta giratoria. La forma invertida a 180 grados giraría como lo hacen los pollos al ast. La forma de lado podría pivotar alrededor de un eje en diagonal: mírese el dorso de la mano derecha, con los dedos

extendidos en vertical: mírese ahora la palma, con los dedos apuntando hacia la izquierda. Los diferentes ejes inclinados harían las veces de gozne para las otras formas con diferentes orientaciones; en todo caso, la rotación sería exactamente de 180 grados. Esta idea coincide perfectamente con los datos: las personas puede que hubieran volteado mentalmente *todas* las formas, pero se trataba de volteadores oprímales, que volteaban las formas estándares en el plano de la imagen y las formas invertidas especularmente en la dimensión de la profundidad alrededor del que era el mejor eje.

Apenas podíamos creérmolo. ¿Era cierto que los sujetos de nuestros experimentos habían hallado el eje óptimo antes incluso de saber cuál era la forma? Sabíamos que era matemáticamente posible: al identificar sólo tres señales no colineales en cada una de las vistas de una forma, se puede calcular el eje de rotación que alineará la una con la otra. Pero, ¿realmente hacemos este cálculo? Una animación por ordenador bastó para convencernos de ello. Roger Shepard demostró en cierta ocasión que al enseñar una forma que alternaba con una copia inclinada, los sujetos la veían oscilar en vaivén. Siguiendo esta indicación, nos hicimos sujetos de nuestro «propio» experimento y nos mostramos la forma en orientación vertical estándar alternando con una de sus imágenes especulares, en un sentido y otro una vez cada segundo. La percepción del salto era tan evidente que no nos molestamos en buscar voluntarios para confirmarla. Cuando la forma alternaba con su reflexión vertical, parecía girar como el tambor de una lavadora. Cuando alternaba con su reflejo invertido, oscilaba regresivamente. Cuando alternaba con su reflejo lateral, oscilaba en vaivén alrededor de un eje diagonal, y así sucesivamente. El cerebro, en cada ocasión, encontraba el eje. Los sujetos que habían participado en nuestro experimento eran más listos que nosotros, El argumento decisivo provino de la tesis de Tarr, quien había replicado los experimentos realizados por nosotros utilizando una figura tridimensional y sus imágenes especulares, volteadas en el plano de la imagen (mostrado bajo estas líneas) y en profundidad:



Todo empieza como en el caso de las formas bidimensionales, salvo que ahora los sujetos se enfrentan con imágenes especulares. Al igual que una forma bidimensional mal orientada puede emparejarse con la orientación estándar haciendo rotar el plano de la imagen en dos dimensiones, y su imagen especular puede ser girada hasta alcanzar la orientación estándar mediante un salto de 180 grados en la tercera dimensión, una figura tridimensional mal orientada (hilera de arriba) puede ser volteada hasta la orientación estándar en el espacio de tres dimensiones, y su imagen especular (hilera de abajo) voltear hasta alcanzar la estándar mediante un salto de 180 grados en la *cuarta* dimensión. (En «La historia de Plattner» de H. G. Wells una explosión envía al protagonista al espacio de la cuarta dimensión. Cuando regresa, su corazón se halla en el lado derecho y escribe hacia atrás con la mano izquierda). La única diferencia es que los simples mortales no seremos capaces de hacer girar mentalmente una figura en la cuarta dimensión, ya que nuestro espacio mental se limita estrictamente a la tridimensionalidad. Todas las versiones mostrarán un efecto de ladeo o inclinación, a diferencia de lo que hallamos en las formas bidimensionales, donde las imágenes especulares no estaban inclinadas. Esto es lo que sucedía. La sutil diferencia entre objetos bidimensionales y tridimensionales monopolizaba el caso: el cerebro hace girar las formas alrededor de un eje óptimo en tres dimensiones, pero no superior a tres dimensiones. La rotación mental es sin duda una de las bazas que se hallan detrás de la capacidad que tenemos para reconocer objetos.

La rotación mental es otro de los talentos que tiene nuestro dotado sistema visual, con una peculiaridad especial. No se limita a analizar los contornos que provienen del mundo, sino que crea el suyo propio en forma de una fantasmática imagen en movimiento. Este hecho nos conduce a un último tema en la psicología de la visión^[57].

¡Imagínelo!

¿Qué forma describen las orejas de un perro beagle? ¿Cuántas ventanas tiene su sala de estar? ¿Qué es más oscuro, un árbol de Navidad o un guisante helado? ¿Qué es más grande, un cochinillo de guinea o un jerbo? ¿La langosta tiene boca? Cuando alguien está de pie y erguido, ¿el ombligo está a una altura por encima de las muñecas de las manos? Si la letra D es girada y tendida sobre su parte posterior, y luego colocada sobre una J, ¿a qué le recuerda la combinación resultante?

La mayoría afirma que responde a estas preguntas haciendo uso de una «imagen mental». Visualiza la forma, lo que equivale a evocar una imagen disponible para ser inspeccionada con la imaginación. La sensación es bastante distinta a la experiencia que se tiene cuando se responde a preguntas abstractas como, por ejemplo, «¿cuál era

el nombre de soltera de su madre?» o «¿qué es más importante, las libertades civiles o una baja tasa de criminalidad?»^[58].

La imagenería mental es el dispositivo que dirige nuestro pensamiento acerca de los objetos en el espacio. Para cargar el coche con maletas o redistribuir el mobiliario en casa, imaginamos las distintas ordenaciones espaciales antes de ponernos manos a la obra. El antropólogo Napoleón Chagnon describió un uso ingenioso de la imagenería mental en los indios yanomami de la selva amazónica. Los cazadores de esta tribu, para asfixiar a un animal, habían soplado primero humo en la boca de la madriguera de un armadillo, y luego les quedaba por averiguar dónde ponerse a cavar para extraer al animal del túnel, el cual podía estar a centenares de metros bajo tierra. Uno de los yanomami tuvo la idea de hacer un nudo en forma de ovillo en un extremo de una larga enredadera y hacerla pasar por el agujero tan lejos como pudiese entrar. Los otros hombres pegaron sus oídos al suelo, escuchando los sonidos que producía el ovillo contra las paredes de la madriguera y hacerse así una idea de la dirección que ésta seguía. Luego, el primer hombre rompió la enredadera por el extremo que sostenía, la sacó de la madriguera y la extendió en el suelo, empezando a cavar en el lugar donde había quedado el nudo en forma de ovillo. A unos pocos metros más abajo dieron con el armadillo. Sin la capacidad de visualizar el túnel, la enredadera y el animal en el interior de la madriguera, aquellos yanomami no hubieran trabado una secuencia de acciones como aquella —introducir la enredadera, escuchar, sacarla de un tirón, romperla por un extremo, medir y cavar— con la esperanza de hallar el cuerpo de un animal^[59]. En un chiste que sobamos contarnos de niños, dos carpinteros clavaban unas puntas con un martillo a ambos lados de una casa y, luego, uno le preguntaba al otro por qué examinaba cada clavo que sacaba de la caja y desechaba más de la mitad: «Son defectuosos», le replicó el segundo carpintero, mostrándole uno. «La punta mira hacia el lado equivocado». «¡Idiota!», le grita el primero, «son para el otro lado de la casa».

Con todo, no utilizamos la imagenería sólo para redistribuir los muebles o para extraer armadillos de sus madrigueras. El eminente psicólogo D. O. Hebb escribió en cierta ocasión que «difícilmente se avanza en psicología sin tropezar con la imagen». Basta que demos una lista de nombres para memorizar a una serie de personas, y se los imaginarán interactuando con extrañas imágenes. Si, en cambio, les damos preguntas factuales como «¿una pulga tiene boca?», visualizarán la pulga y «buscarán» la boca. Y, desde luego, si les damos una forma compleja en una orientación no familiar, la harán girar hasta encontrar otra familiar.

Muchas personas creativas afirman «ver» la solución de un problema en una imagen. Sin ir más lejos, Faraday y Maxwell visualizaron los campos magnéticos como pequeños capilares llenos de fluido. Kekulé vio el anillo del benceno en un sueño en el cual las serpientes se mordían la cola. Watson y Crick hicieron girar mentalmente modelos de lo que habría de convertirse en la doble hélice para explicar la estructura del ADN. Einstein imaginó lo similar que sería ir montado en un haz de

luz y lanzar una moneda en un ascensor cayendo en picado. En cierta ocasión escribió: «Mi habilidad particular no radica en el cálculo matemático, sino más bien en visualizar los efectos, las posibilidades y las consecuencias». Los pintores y los escultores plasman ideas que tienen en sus mentes, e incluso los novelistas visualizan las escenas y las tramas en su imaginación antes de escribirlas en el papel^[60].

Las imágenes conducen las emociones, así como el intelecto. Ernest Hemingway escribió: «La cobardía, a diferencia del pánico, es casi siempre sencillamente una falta de habilidad para suspender el funcionamiento de la imaginación». La ambición, la ansiedad, la excitación sexual y los celos son todos ellos procesos desencadenados por imágenes que en realidad no se hallan presentes. En cierto experimento, los voluntarios fueron conectados a electrodos y se les pidió que se imaginaran que sus parejas les eran infieles. El informe de los autores afirmaba: «La conductancia de la piel aumentó en 1,5 microsiemens, el músculo estriado de su frente indicó 7,75 microvoltios de contracción y el ritmo cardíaco se aceleró en cinco pulsaciones por minuto, lo equivalente a beber tres tazas de café de un tirón»^[61]. Sin duda, la imaginación revive muchas experiencias a la vez, no limitándose sólo a ver, sino que la imagen visual realiza una simulación mental especialmente vivida.

La imaginería es una industria. Los cursillos sobre cómo mejorar la memoria enseñan trucos seculares, como imaginar objetos en las habitaciones de la casa y pasar luego a recorrerla mentalmente, o hallar una alusión visual en el nombre de una persona y vincularla a su rostro. (Si alguien, por ejemplo, me presentara al lector: «Te presento al señor Pinker», éste me imaginaría vestido con un traje color cereza oscuro: «Pinker, ah sí, más rosa»). Las fobias, por ejemplo, suelen ser tratadas a menudo mediante un tipo de condicionamiento mental pavloviano, en el que una imagen sustituye a la campana. El paciente se relaja profundamente y, luego, imagina la araña o la serpiente, hasta que la imagen —y, por extensión, la cosa real— se asocia con la relajación. Los «psicólogos deportivos» que tan bien remunerados están, hacen que los atletas se relajen en una cómoda butaca y visualicen, por ejemplo, la forma de nadar perfecta. Muchas de estas técnicas funcionan, aunque algunas son redomadas excentricidades. Por ejemplo, soy escéptico con respecto a las terapias contra el cáncer en las que los pacientes visualizan los anticuerpos mascando el tumor, aún más cuando es el grupo de apoyo del paciente el que lo visualiza. (Una mujer llamó una vez preguntando si funcionaría por Internet).

Pero ¿qué es una imagen mental? Muchos filósofos con inclinaciones conductistas piensan que la idea misma de una imagen mental es una terrible torpeza. Una imagen se supone que es una representación en la cabeza, pero entonces sería preciso tener un homúnculo, etcétera, etcétera y etcétera. De hecho, la teoría computacional de la mente hace que la noción misma de imagen mental sea perfectamente clara. Ya sabemos que el sistema visual utiliza un esbozo en dos dimensiones y media que es semejante a una imagen en varios aspectos. Por un lado, es un mosaico de elementos que sustituyen puntos en el campo visual. Además, los

elementos están dispuestos en dos dimensiones de modo que los elementos vecinos en la secuencia representen puntos vecinos en el campo visual. Por otro, las formas se representan llenando algunos de los elementos en un modelo que se empareja a los contornos proyectados de la forma. Los mecanismos que analizan la forma —y no homúnculos— procesan la información en el boceto imponiendo marcos de referencia, hallando geones, y así sucesivamente. Una imagen mental es simplemente un modelo en el boceto de dos dimensiones y media que pasa a ser cargado desde una memoria a largo plazo, y desde los ojos. Una serie de programas de inteligencia artificial han sido diseñados exactamente de este modo para abordar el razonamiento espacial.

Una representación como el boceto en dos dimensiones y media contrasta fuertemente con una descripción en una representación similar al lenguaje como la propuesta por el modelo geón, una red semántica, una oración en castellano o una proposición en mentales. En la proposición *un triángulo simétrico está encima de un círculo*, las palabras no sustituyen a puntos en el campo visual, y no están dispuestas de modo que las palabras cercanas representen puntos cercanos. Palabras como *simétrico* y *encima de* no pueden ser sujetadas a ninguna pieza del campo visual; denotan relaciones complicadas entre las piezas puestas en el interior del campo visual^[62].

Cabe incluso la posibilidad de plantear una educada suposición acerca de la anatomía de la imaginería mental. La encarnación de un boceto en dos dimensiones y media se denomina un mapa cortical topográficamente organizado: una parcela del córtex en la que cada neurona responde a contornos en una parte del campo visual y en la cual las neuronas vecinas responden a partes vecinas. El cerebro de los primates cuenta al menos con quince de este tipo de mapas y, en un sentido muy real, son como cuadros en la cabeza. Los neurocientíficos pueden inyectar en un mono isótopos radiactivos de glucosa mientras éste mira fijamente a los ojos de un toro. La glucosa es absorbida por las neuronas activas y, literalmente hablando, es posible *revelar el cerebro de un mono* como si se tratara de un trozo de película. Sale del cuarto oscuro de revelado con los ojos de toro distorsionados expuestos en el córtex visual. Desde luego, el córtex no «examina» nada; la conectividad es todo cuanto importa, y el modelo de actividad es interpretado por las redes de neuronas conectadas a cada mapa cortical.. Es de suponer que el espacio en el mundo es representado por el espacio en el córtex porque las neuronas están conectadas con sus vecinas, y eso resulta útil para que los trozos cercanos de mundo sean analizados de forma conjunta. Por ejemplo, los bordes no están diseminados por el campo visual como si fueran granos de arroz, sino que serpentean por una línea, y casi todas las superficies no son archipiélagos de elementos, sino masas cohesivas. En un mapa cortical, las líneas y las superficies son tratadas por medio de neuronas que se hallan altamente interconectadas^[63].

El cerebro está también a punto para la segunda exigencia computacional de un sistema de imagenería, es decir, el flujo de información que circula en línea descendente desde la memoria y no en sentido ascendente desde los ojos. Las sendas de fibra que conducen hasta las áreas visuales del cerebro tienen dos sentidos de circulación. Transportan tanta información hacia abajo desde los niveles conceptuales superiores como hacia arriba a partir de los niveles sensoriales inferiores. Nadie sabe a ciencia cierta para qué están estas conexiones arriba-abajo, pero podría ser que su función fuese descargar imágenes de memoria en mapas visuales.

De este modo las imágenes mentales *podrían ser* ilustraciones en la cabeza. ¿Lo son? Hay dos modos de averiguarlo. Uno consiste en ver si el acto de pensar en imágenes compromete las partes del cerebro dedicadas a la visión. El otro consiste en ver si el acto de pensar las imágenes funciona más como un tratamiento computarizado de gráficos, o más como una computación con una base de datos de proposiciones.



En el primer acto de *Ricardo II*, el exiliado Bolingbroke se consume pensando en su Inglaterra natal, y aunque un amigo le sugiere que se halla en un entorno mucho más idílico, ello no le consuela:

¿Quién será capaz de sostener una brasa en las manos
sólo por tener el pensamiento en los glaciares del Cáucaso?
¿Quién puede calmar el aguijón del hambre
sólo por imaginar ante sí un gran banquete,
o dar vueltas, desnudo, en la nieve de diciembre,
fantaseando con el calor del verano?[64]

Con toda evidencia, una imagen es diferente de una experiencia auténtica. William James decía que las imágenes están «desprovistas de acritud y sabor». Pero en 1910, la psicóloga Cheves W. Perky en su tesis doctoral intentó mostrar que las imágenes eran semejantes a experiencias *muy vagas*. A los sujetos con que trabajaba les pidió que se formaran una imagen mental de un plátano en una pared en blanco. En realidad, aquella pared era una pantalla de retroproyección y, de forma subrepticia, Perky proyectaba una diapositiva *real*, aunque diminuta, en la superficie en blanco. Cualquier persona que hubiese entrado en la habitación en ese momento habría visto la diapositiva, pero ninguno de los sujetos de su práctica, en cambio, se habían dado cuenta de su existencia. Perky afirmaba que ellos habían incorporado la diapositiva en su imagen mental, y de hecho, aquellos sujetos refirieron detalles en la imagen mental que se habían formado que sólo podían provenir de la diapositiva,

como, por ejemplo, el hecho de que el plátano se sostuviera sobre uno de sus extremos. Teniendo en cuenta cuáles son los criterios modernos, aquel experimento no fue magnífico, aunque los métodos modernos han corroborado lo crucial que fue aquel hallazgo y que, en la actualidad, se denomina efecto Perky: el hecho de tener una imagen mental interfiere con el acto de ver detalles visuales apenas perceptibles y sutiles^[65].

Así mismo la imagenería puede afectar a la percepción de forma crasa. Cuando respondemos a preguntas acerca de las formas de la memoria, como, por ejemplo, cuando se nos pide que separemos los ángulos rectos de una letra mayúscula, nuestra coordinación visomotora sufre. (Desde que supe de la existencia de estos experimentos, intento no meterme demasiado en los avatares de un partido de hockey que es retransmitido por radio mientras conduzco por carreteras)^[66]. Las imágenes mentales de las líneas pueden afectar a la percepción del mismo modo en que lo hacen las imágenes reales: facilitan la tarea de juzgar la alineación y pueden incluso inducir ilusiones visuales^[67]. Cuando vemos ciertas formas e imaginamos otras, posteriormente experimentamos a veces dificultad en recordar cuál era cuál^[68].

En consecuencia, ¿la imagenería y la visión comparten espacio en el cerebro? Los neuropsicólogos Edoardo Bisiach y Claudio Luzzatti estudiaron el caso de dos pacientes milaneses que presentaban lesiones en sus lóbulos parietales derechos que les causaban el síndrome de negligencia visual. Si bien sus ojos registraban el conjunto del campo visual, en cambio sólo prestaban atención a la mitad de la derecha: sentados a la mesa ignoraban los cubiertos situados en el lado izquierdo del plato, dibujaban un rostro sin ojo izquierdo y sin la ventana izquierda de la nariz, y cuando describían una habitación, ignoraban grandes detalles, como un piano, si estaban situados a su izquierda. Bisiach y Luzzatti pidieron a sus pacientes que se imaginaran estar de pie en la Piazza del Duomo de Milán situados frente a la catedral y que nombraran los edificios de la plaza. Los pacientes sólo nombraron aquellos que serían visibles a la derecha y ¡negligieron la mitad izquierda del espacio *imaginario*! Luego se les pidió que caminaran mentalmente por la plaza y se parasen en las escaleras de la catedral, dejando el edificio a su espalda y describieran lo que allí había. Entonces, mencionaban los edificios omitidos la primera vez y omitían aquellos otros que ya habían mencionado. Cada imagen mental describía la escena desde un único punto de vista, y la escorada ventana de atención de los pacientes examinaba la imagen tal como si examinara exactamente los inputs visuales reales^[69].

Estos descubrimientos implican que el cerebro visual es la sede de la imagenería y, en fecha reciente, se ha logrado establecer una identificación positiva de ella. El psicólogo Stephen Kosslyn y sus colegas se sirvieron de la Tomografía por Emisión de Positrones (escáner PET) para examinar cuáles eran las partes del cerebro que estaban más activas cuando las personas tenían imágenes mentales. La cabeza del sujeto tendido sobre una camilla era introducida en un anillo formado por detectores,

cerraba los ojos y respondía a las preguntas que se le hacían acerca de las mayúsculas de letras del alfabeto, como, por ejemplo, si B tenía curvas. El lóbulo occipital del córtex visual, la primera materia gris que procesa el input visual, se iluminaba. El córtex visual está topográficamente cartografiado, y, si se quiere, podríamos decir que forma una imagen. En algunas rondas, los sujetos del experimento visualizaban letras grandes, en otras pequeñas. El acto de sopesar las letras mayores activaba las partes del córtex que representaban la periferia del campo visual; en cambio, estimar las pequeñas activaba las partes que representaban a la fovea. Las imágenes sí parecen estar en realidad dispuestas por toda la superficie cortical^[70].

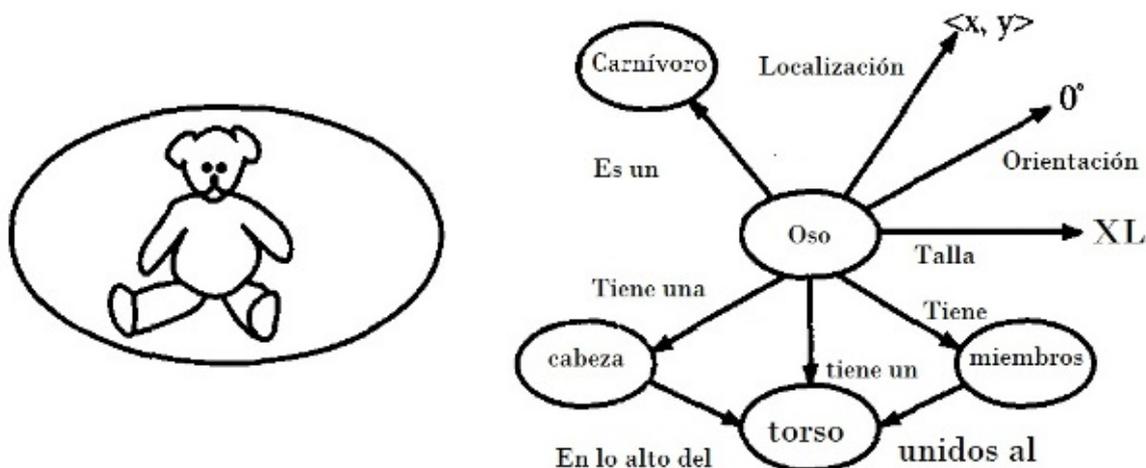
Cabe preguntarse, entonces, si la activación podría ser sólo un excedente de la actividad procedente de otras partes del cerebro, en las cuales se lleva a cabo la computación reíd. La psicóloga Martha Farah demostró que no lo era. Puso a prueba la capacidad de una mujer para formar imágenes mentales antes y después de que una intervención quirúrgica le hubiera extirpado el córtex visual en uno de los hemisferios. Después de la intervención, las imágenes mentales que se formaba se contraían hasta alcanzar la mitad de su anchura normal. Las imágenes mentales viven en el córtex visual, en realidad, partes de la imagen ocupan partes del córtex, al igual que partes de una escena pintada ocupan partes de una pintura^[71].

Con todo, una imagen no es una réplica instantánea, le falta aquella acritud y aquel sabor del original, aunque la razón no es que se haya blanqueado o desleído, ya que imaginar el color rojo no se asemeja en nada a ver algo de color rosa. Y, curiosamente, en los estudios realizados con un escáner tomográfico las imágenes mentales a veces causaban una *mayor* activación del córtex visual, y no menor, que una exposición real. Las imágenes visuales, aunque comparten áreas del cerebro con la percepción, en cierto modo son diferentes, lo cual, quizá, no deba sorprendernos. Donald Symons señala que la reactivación de una experiencia visual puede muy bien comportar beneficios, pero así mismo tiene unos costes, a saber, el riesgo de confundir la imaginación con la realidad. En los instantes en los que se produce el despertar de un sueño, la memoria de su trama queda borrada, supuestamente para evitar toda contaminación de la memoria autobiográfica con extrañas confabulaciones. De forma semejante, las imágenes mentales que formamos de manera voluntaria y despierta, podrían ser trabadas para impedir que se conviertan en alucinaciones o falsos recuerdos^[72].



El hecho de saber *dónde* se hallan las imágenes mentales dice poco acerca de qué son o cómo funcionan. Las imágenes mentales, ¿son en realidad configuraciones de píxeles en una muestra de dos dimensiones y media (o configuraciones de neuronas activas en un mapa cortical)? Y si lo fuesen, ¿cómo *pensamos* con ellas, y qué haría a la imagenería diferente de cualquier otra forma de pensamiento?

Comparemos una muestra o esbozo con uno de sus modelos rivales en la imagenería como, por ejemplo, las proposiciones simbólicas en el lenguaje mentales (similares a los modelos de geones y a las redes semánticas). La muestra se halla a la izquierda, el modelo proposicional a la derecha. El diagrama descompone muchas proposiciones, como «un oso tiene una cabeza» y «el oso tiene la talla XL», en una única red.



La muestra es directa. Cada píxel representa un pequeño trozo de la superficie o límite, punto; cualquier cosa más global o abstracta está sólo implícita en el modelo de píxels llenos. La representación proposicional es bastante diferente. En primer lugar, es esquemática, llena de relaciones cualitativas como «unido a»; no aparecen representados todos los detalles de la geometría. En segundo lugar, las propiedades espaciales se descomponen por separado y son Estados *explícitamente*. La forma (la ordenación de las partes o geones de un objeto), el tamaño, la localización y la orientación aparecen con sus propios símbolos y cada uno puede consultarse de forma independiente de los otros. En tercer lugar, las proposiciones mezclan información espacial, como las partes y sus posiciones, con información conceptual, como la cualidad de ser oso y la pertenencia a la clase de los carnívoros.

De las dos estructuras de datos, la muestra gráfica es la que mejor capta el aroma de la imagenería. En primer lugar, las imágenes son enormemente concretas. Consideremos esta petición: visualizar un limón y un plátano, uno junto al otro, pero no imaginar el limón ni situarlo a la derecha ni a la izquierda, simplemente junto al plátano. Sin duda, el lector objetará que la petición formulada es imposible, ya que si el plátano y el limón tienen que estar uno junto al otro, uno de los dos *tiene que* estar a la izquierda. El contraste entre una proposición y una muestra es absoluta. Las proposiciones representan gatos sin muecas, muecas sin gatos o cualquier abstracción incorpórea: cuadrados sin tamaño particular, simetría sin una forma particular, unión sin lugar particular, y así sucesivamente. Ésa es la belleza de una proposición: es un enunciado austero de cierto hecho abstracto, desprovisto de detalles que sean irrelevantes. Las matrices espaciales, dado que constan sólo de parcelas que están

llenas y vacías, obligan a una ordenación concreta de materia en el espacio. Y así lo hacen las imágenes mentales: formar una imagen de «simetría», sin imaginar una cosa u otra que sea simétrica, es algo imposible de hacer.

La concreción de las imágenes mentales permite designarlas por cooptación, como un ordenador analógico manejable. Amy es más rica que Abigail; Alice no es tan rica como Abigail; ¿cuál de las tres es la más rica? Muchas personas solucionan estos silogismos alineando los personajes en una imagen mental desde la menos hasta la más rica. ¿Por qué funciona? El medio que subyace a la imagenería incumbe a células dedicadas a cada localización, fijadas en una ordenación bidimensional. Ese medio aporta sin coste alguno muchas verdades de la geometría, por ejemplo, que la ordenación derecha/izquierda en el espacio es una propiedad transitiva: si A está a la izquierda de B, y B está a la izquierda de C, entonces A está a la izquierda de C. Cualquier mecanismo de apreciación que descúbrala localización de formas en la muestra, automáticamente respetará la transitividad, ya que la arquitectura del medio no le deja otra opción^[73].

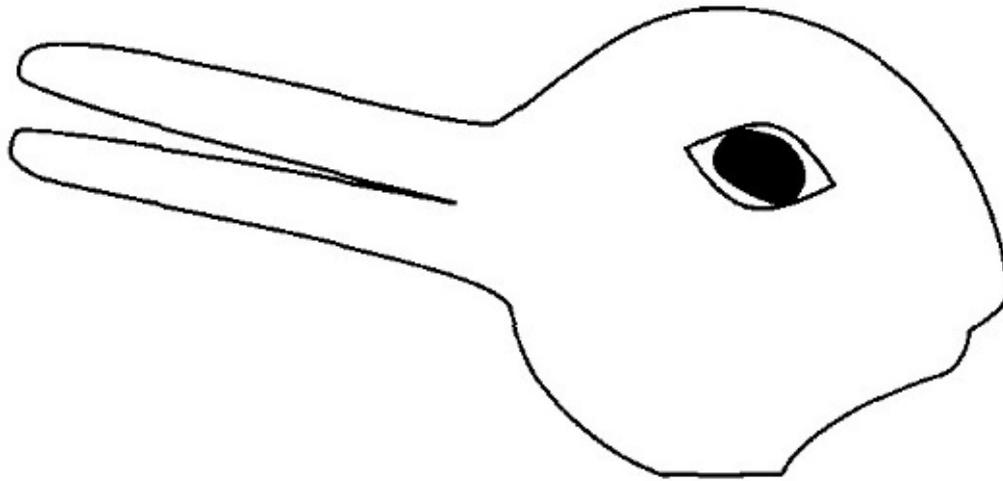
Supongamos ahora que los centros de razonamiento del cerebro puedan poner mano en los mecanismos que dejan caer las formas en la muestra y que lean sus localizaciones a partir de ella. Esos demonios razonantes pueden sacar partido de la geometría de la muestra como un sustituto para conservar en mente ciertas restricciones lógicas. La riqueza, al igual que una localización en una línea es transitiva: si A es más rico que B y B es más rico que C, A es más rico que C. Al servirse de la localización en una imagen para simbolizar la riqueza, el pensador saca partido de la transitividad de la posición o localización incorporada en la muestra y no tiene que introducirla en una cadena de pasos deductivos. El problema se convierte en un asunto de dejar caer y apreciar, y constituye un ejemplo sutil de cómo la forma de una representación mental determina aquello que es fácil o difícil de pensar^[74].

Las imágenes mentales así mismo se asemejan también a las matrices, ya que el tamaño, la forma, la localización y la orientación se funden en mi modelo planimétrico en lugar de factorizarlas en aserciones separadas. La rotación mental es un buen ejemplo de ello. Al evaluar la forma de un objeto, una persona no ignora su orientación, la cual sería un asunto sencillo si la orientación estuviera aislada en su propio enunciado. En lugar de ello, la persona tiene que desplazar gradualmente la orientación y observar cómo la forma cambia. La orientación no es recalculada en un paso como la multiplicación matricial en un ordenador digital; cuanto más intensamente la forma es volteada, más tarda la rotación en cumplirse. Tiene que haber algo así como una red de posicionamiento rotativo dispuesta de modo que recubra la muestra y cambie los contenidos de las células unos pocos grados alrededor de su centro. Las rotaciones más dilatadas exigen que se itere el posicionamiento rotativo, como si fuera una hilera de personas que van pasándose el cántaro. Los experimentos realizados para averiguar cómo resolvemos los problemas

espaciales han puesto al descubierto una caja bien provista de herramientas mentales para operaciones gráficas, como la variación de foco, el encogimiento, la panoramización, la exploración, el trazado y la coloración. El pensamiento visual, como es saber si dos objetos se hallan dispuestos en la misma línea, o si dos manchas de tamaños diferentes tienen la misma forma, enhebra estas operaciones en secuencias de animación mentales^[75].

Por último, las imágenes captan la geometría de un objeto, y no sólo su significado. El modo más exitoso de hacer que se experimente la imagenería mental consiste en preguntar a los sujetos los detalles oscuros de la forma de un objeto o un color, ya sean las orejas de un perro de raza beagle, las curvas de una B o el sombreado de los guisantes congelados. Cuando un rasgo es digno de mención —los gatos tienen garras, las abejas tienen aguijones—, lo archivamos como un enunciado explícito en nuestra base de datos conceptual, posteriormente disponible para una apreciación instantánea. En cambio, cuando no es relevante, recurrimos a un recuerdo de la apariencia del objeto y hacemos que nuestros analizadores de la forma actúen sobre la imagen. Una de las principales funciones de la imagenería consiste en comprobar propiedades geométricas previamente inadvertidas de objetos ausentes; en este sentido Kosslyn ha demostrado que el proceso mental que ello comporta difiere de aquel otro consistente en sacar a la luz hechos explícitos. Cuando preguntamos a los sujetos sobre hechos bien enumerados, como, si un gato tiene garras o si una langosta tiene cola, la velocidad de la respuesta depende de lo fuerte que el objeto y la parte por la que se pregunta se hallen asociados a la memoria. Nos es preciso recuperar la respuesta que se halla en una base de datos mental. Pero cuando las cuestiones formuladas eran más insólitas, como si un gato tiene una cabeza o si una langosta tiene boca, y los sujetos consultaban una imagen mental, la velocidad de la respuesta dependía del *tamaño* de la parte por la que se preguntaba; las partes más pequeñas eran más lentas de verificar. Dado que el tamaño y la forma se hallan mezclados en una imagen, cuanto más pequeños son los detalles, más difíciles son de resolver^[76].

Durante décadas, los filósofos han sugerido que el test perfecto de si las imágenes mentales son descripciones o representaciones, consistía en saber si las personas podían reinterpretar las formas ambiguas como, por ejemplo, la de un pato-conejo:



Si la mente sólo almacena descripciones, entonces una persona que vea el pato-conejo como un conejo almacenaría sólo la etiqueta «conejo». Nada en la etiqueta capta, algo acerca de los patos, de modo que posteriormente, aquellos que vieran en esa forma un conejo quedarían desorientados cuando se les preguntara si en esa forma se escondía otro animal; la información geométrica ambigua ha sido descartada. En cambio, si la mente almacena imágenes, la geometría es aún disponible y las personas deben ser capaces de recuperar la imagen e inspeccionarla para obtener nuevas interpretaciones. El ejemplo del pato-conejo resulta ser un caso difícil, dado que almacenamos las formas con un marco de referencia delante-detrás vinculado, y la reinterpretación del pato-conejo exige invertir ese marco. En cambio, con un cierto toquecito (como alentar a que los sujetos se concentren en la curva que hay en la parte posterior de la cabeza), son muchos quienes ven el pato en la imagen del conejo, o viceversa. Casi todos podemos hacer saltar las imágenes ambiguas más simples. Junto con los psicólogos Ronald Finke y Martha Farah, estudié a un grupo de personas a las que pedimos que reinterpretasen las imágenes a partir sólo de descripciones verbales que eran leídas en voz alta mientras ellos mantenían los ojos cerrados. Hagamos la prueba, ¿qué objeto «ve» el lector en cada una de estas descripciones?

Imagínese la letra D. Hágala girar 90 grados a la derecha. Coloque el número 4 sobre ella y elimine ahora el segmento horizontal del 4 que queda a la derecha de la línea vertical.

Imagínese la letra B. Hágala girar 90 grados a la izquierda. Coloque un triángulo directamente bajo ella que tenga la misma anchura y señale hacia abajo. Elimine luego la línea horizontal.

Imagínese la letra K. Coloque un cuadrado junto a ella en el lado izquierdo. Trace un círculo inscrito en el cuadrado. Haga ahora girar 90 grados la figura hacia la izquierda.

La mayoría no experimentó dificultad en referir que un velero, un corazón de San Valentín y un televisor estaban implícitos en la verbalización^[77].



La imagenería es una facultad maravillosa, aunque no debemos entusiasmarnos con la idea de que en la cabeza haya retratos.

Ante todo, no podemos reconstruir una imagen de una escena visual entera. Las imágenes son fragmentarias. Recordamos atisbos de partes, los ordenamos en un cuadro mental y, luego, hacemos un acto de malabarismo para restaurar cada parte a medida que se desvanece^[78]. Lo que es aún peor, cada atisbo consigna sólo las superficies visibles desde un punto de vista privilegiado, distorsionadas por el juego de la perspectiva (baste con recordar, a modo de ejemplo y simple demostración de lo dicho, la paradoja de las vías del ferrocarril: la mayoría vemos cómo las vías convergen en la imagen mental que nos formamos, no sólo en la vida real). A fin de recordar un objeto, le damos la vuelta y lo recorremos, y ello significa que la memoria que de él tenemos se asemeja a un álbum de vistas separadas. Una imagen del objeto entero es una proyección de diapositivas o una imitación^[79].

Este conjunto de consideraciones sirve para explicar por qué se tardó tanto tiempo en inventar la perspectiva, aun cuando todos vemos en perspectiva. Las pinturas que carecen de la elaborada técnica renacentista parecen irreales, aunque no porque carezcan por completo de perspectiva (ya que aun las pinturas rupestres de Cro-Magnon muestran en cierta medida una perspectiva correcta). Por lo general, los objetos distantes son más pequeños, los objetos opacos ocultan sus fondos y se llevan trozos de los objetos que están situados por detrás de ellos y, además, las superficies inclinadas o ladeadas son escorzadas. El problema es que partes diferentes de la imagen son mostradas tal como aparecerían desde *diferentes* puntos de vista privilegiados, y no desde el retículo de visionado fijo situado detrás de la ventana de Leonardo. Ningún perceptor de carne y hueso, metido a un lugar y en un momento dado, experimenta una escena desde varios puntos de vista a la vez, de modo que el acto de pintar no corresponde a nada que alguien haya visto antes. La imaginación, sin duda, no está encadenada a un lugar en un momento dado, y las pinturas, si no se sirven de una perspectiva cierta, puede que sean, por extraño que ello parezca, traducciones e interpretaciones evocativas de nuestra imagenería mental. Los pintores cubistas y surrealistas, que eran ávidos consumidores de psicología, utilizaban perspectivas múltiples deliberadamente en un mismo cuadro, tal vez para que, de este modo, los espectadores ahítos de fotografía se dieran cuenta de la fugacidad del ojo de la mente^[80].

Una segunda limitación es el hecho de que las imágenes son esclavas de la organización de la memoria. Nuestro conocimiento del mundo posiblemente no encajaría en un gran retrato o mapa. Hay demasiadas escalas, desde montañas hasta

pulgas, como para que encajen en un único medio con una granulometría fija. Y la memoria visual, por otro lado, no podría tampoco ser como aquellas cajas de zapatos llenas a rebosar de fotografías. No habría modo de encontrar la que se necesita sin examinar cada caja para identificar qué contiene. (Los archivos fotográficos y de vídeo se enfrentan a un problema similar). Las imágenes de la memoria tienen que ser etiquetadas y organizadas en el interior de una superestructura proposicional, quizá algo semejante a un hipermedio, donde los archivos gráficos están vinculados a puntos de sujeción dentro de una base de datos o texto amplios^[81].

El pensamiento visual a menudo es conducido de forma mucho más sólida por el conocimiento conceptual que utilizamos para organizar nuestras imágenes y no por los contenidos mismos de las imágenes. Los maestros del ajedrez destacan por su notable memoria para recordar la posición de las piezas en un tablero, aunque ello no quiere decir que quienes tienen memorias fotográficas se conviertan en maestros del ajedrez. Los maestros en este arte no recuerdan mejor que los principiantes un tablero con piezas dispuestas aleatoriamente. Su memoria aprehende relaciones que son significativas entre las piezas, como las posiciones de ataque y las defensas, y no sólo su distribución en el espacio^[82].

Otro ejemplo proviene del maravilloso experimento de perfil técnico bajo, realizado por los psicólogos Raymond Nickerson y Marilyn Adams. Pidieron a los sujetos con los que trabajaron que dibujaran por ambas caras y de memoria una moneda de un centavo, una moneda que todo estadounidense ha visto miles de veces. Los resultados dan que pensar. Un centavo norteamericano tiene ocho rasgos: el perfil de Abraham Lincoln, la leyenda «IN GOD WE TRUST», un año y la leyenda «LIBERTY» en una cara y la del Monumento a Lincoln, las leyendas «UNITED STATES OF AMERICA», «PLURIBUS UNUM» y «ONE CENT» en la otra. Sólo un cinco por ciento de los sujetos dibujaron todos los ocho rasgos. El número medio que recordaban era tres, y la mitad estaban mal colocados. En cambio, aparecían de forma intrusiva elementos como ONE PENNY, ramas de laurel, espigas de trigo, el Monumento a Washington, y Lincoln sentado en una poltrona. Por otro lado, los resultados mejoraron cuando se les pidió que marcaran los rasgos de un centavo en una lista. (Agradecidos y bien nacidos como eran, ninguno seleccionó la leyenda «MADE IN TAIWAN»). En cambio cuando se les mostraron quince dibujos de posibles monedas de centavo, menos de la mitad de los sujetos atinaron a escoger el correcto. Resulta obvio que los recuerdos visuales no son retratos precisos de objetos enteros^[83].

A modo de entretenimiento, de los siguientes enunciados ¿cuál es cierto?

Madrid está más al norte que Washington, D. C.

Seattle está más al norte que Montreal.

Portland y Oregón están más al norte que Toronto.

Reno está más al oeste que San Diego.

La entrada atlántica al canal de Panamá está más al oeste que la del Pacífico

Todos los enunciados son ciertos y, en cambio, casi todo el mundo los da por erróneos, razonando de este modo: Nevada está al este de California; San Diego está en California; Reno está en Nevada; por tanto Reno está al este de San Diego. Desde luego, este tipo de silogismo resulta inválido cuando las regiones no forman un tablero de damas. Nuestro conocimiento geográfico no es un gran mapa mental, sino un conjunto de mapas más pequeños, organizados según aseveraciones acerca del modo en que están relacionados^[84].

Por último, las imágenes no sirven como lo hacen nuestros conceptos ni pueden servir como significados de las palabras en diccionarios mentales^[85]. Una larga tradición en la filosofía y la psicología de filiación empirista intentó demostrar que podían, dado que seguían a pies juntillas el dogma de que no hay nada en el intelecto que primero no esté en los sentidos. Las imágenes se suponía que eran copias degradadas o sobreimpuestas de las sensaciones visuales, que los contornos angulosos eran lijados y los colores mezclados unos con otros de modo que pudieran representar categorías completas y no objetos individuales. Siempre y cuando no se piense demasiado a fondo el aspecto que tienen estas imágenes compuestas, la idea tiene visos de plausibilidad. Pero, entonces, ¿cómo representará un sujeto ideas abstractas, incluso una tan simple como el concepto de triángulo? Un triángulo es aquel polígono que tiene tres lados. Pero cualquier *imagen* de triángulo tiene que ser isósceles, escaleno o equilátero, y ninguno de ellos, y todos, además, a la vez. En cambio, Berkeley, en lugar de abandonar la teoría según la cual las ideas abstractas eran imágenes, ¡concluyó que no tenemos ideas abstractas!

A principios del siglo XIX, Edward Titchener, uno de los primeros psicólogos experimentales, recogió el guante del desafío. Haciendo una cuidadosa introspección de sus propias imágenes, sostuvo que podían representar cualquier idea, no importaba lo abstracta que fuese:

De hecho, entiendo bastante bien la imagen de Locke, el triángulo que no es ningún triángulo y es todos los triángulos a la vez. Es algo llamativo, intermitente de un momento a otro: alude a dos o tres ángulos rojos, con las líneas rojas oscureciéndose hasta convertirse en negras, vistas contra un fondo de color verde oscuro. No permanece el suficiente tiempo como para que pueda decir si los ángulos se unen formando la figura completa o si ni tan sólo están dados todos los tres ángulos necesarios.

Caballo es, para mí, una doble curva con una postura rampante y un poco de crin encima; vaca es un rectángulo más bien alargado con cierta expresión facial, una especie de pucheros exagerados.

Durante toda mi vida he estado ideando significados, y no sólo significados, sino así mismo «significado». El significado, en general, es representado en mi conciencia mediante otra de estas pinturas impresionistas. Veo el significado como la punta gris azulada de un tipo de pala, que tiene encima un trozo de color amarillo (probablemente una parte del mango), y que cava en una oscura masa de lo que parece ser material plástico. Fui educado en los textos clásicos, y resulta concebible que esta imagen sea un eco del consejo tan a menudo repetido de «encontrar el significado» a cierto pasaje del griego o latín^[86].

¡Y exagerada la mueca lo era! La vaca Cheshire de Titchener, su triángulo de ángulos rojos que siquiera se unen y su pala que saca el significado puede que no fuesen los conceptos que subyacían a sus pensamientos. A buen seguro no *creía* que las vacas son rectangulares o que los triángulos pueden pasarse sin uno de sus ángulos. Algo más en su cabeza, y no una imagen, tiene que haber plasmado ese conocimiento.

Y ése es el problema que tienen otras afirmaciones según las cuales todos los pensamientos son imágenes. Supongamos que intento representar el concepto «hombre» mediante una imagen de un hombre prototípico, pongamos por caso, Fred MacMurray. El problema consiste en saber qué hace servir la imagen como concepto «hombre» y opuesto digamos, al concepto de «Fred MacMurray» o al concepto de «hombre alto», «adulto», «humano», «norteamericano» o «actor que interpreta a un vendedor de seguros seducido por Barbara Stanwyck para que cometa un asesinato». *El lector* no experimentará dificultad alguna en distinguir entre un hombre particular, hombres en general, norteamericanos en general, víctimas de vampiresas en general y así sucesivamente, de modo que debe de haber más de una imagen de un hombre prototípico en su cabeza.

Además, ¿cómo puede una imagen concreta representar un concepto abstracto, como «libertad»? La Estatua de la Libertad no vale, pues supuestamente es representativa del concepto «la Estatua de la Libertad». ¿Qué utilizaría el lector, para conceptos negativos como «no es una jirafa»? ¿Una imagen de una jirafa con una línea roja en diagonal que vaya de una punta a la otra, tachándola? ¿Qué sucede con conceptos disyuntivos como, «ni gato ni pájaro» o con proposiciones como «todos los hombres son mortales»?

Las imágenes son ambiguas, en cambio, los pensamientos, prácticamente por definición, no pueden serlo. El sentido común establece distinciones que las imágenes por sí mismas no hacen; por tanto, el sentido común no es sólo una colección de imágenes. Si una imagen mental se utiliza para representar un pensamiento, necesita ir acompañada de una cita, un conjunto de instrucciones acerca del modo en que interpretar la imagen, es decir, una leyenda que diga a qué prestar atención y qué ignorar. Las citas no pueden ser en sí mismas imágenes, o volveríamos al punto mismo de partida. Cuando la visión acaba y el pensamiento empieza, es insoslayable la necesidad de símbolos abstractos y proposiciones que elijan *aspectos* de un objeto para que los manipule la mente.

Dicho sea de paso, la ambigüedad de las imágenes es algo que se ha perdido en los diseñadores de interfaces gráficas para ordenador y otros productos de consumo incrustados de iconos. Por ejemplo, la pantalla de mi ordenador está festoneada con pequeños dibujos cómicos que hacen varias cosas cuando son seleccionados con un clic del ratón. Por mucho que lo intento, no puedo acordarme qué se suponía que hacían los pequeños binoculares, los cuentagotas y la bandeja de plata. Una imagen

vale más que mil palabras, pero no siempre es una panacea. En algún punto entre el acto de mirar y el acto de pensar, las imágenes tienen que dar paso a ideas.

5

BUENAS IDEAS

Darwin escribía estas palabras a Alfred Russel Wallace, el naturalista que había descubierto de forma casi simultánea la selección natural: «Espero que todo ello no haya destrozado del todo a esta criatura, que es tanto mía como suya». ¿Qué sugería esta prosa de estilo lucido y efectista? Darwin y Wallace se admiraban mutuamente, y compartían por tanto la misma opinión que les había sido inspirada por el mismo autor (Malthus) y que les impulsó a crear la misma teoría y a expresarla casi en los mismos términos. Lo que separaba a estos compañeros era el tema de la mente humana. Darwin había predicho de forma tímida que la «psicología se asentaría sobre un nuevo fundamento», y en sus cuadernos se expresaba de forma positiva y grandilocuente acerca de cómo la teoría evolutiva revolucionaría el estudio de la mente:

Probado el origen del hombre. —La Metafísica tiene que florecer.— Quien entienda el mandril contribuirá más que Locke a la metafísica.

Platón decía... que nuestras «ideas imaginarias» surgen de la preexistencia del alma [y] no son derivables de la experiencia —léase allí donde dice preexistencia, monos.

Darwin alcanzó a escribir dos libros sobre la evolución de los pensamientos y los sentimientos, *El origen del hombre* y *La expresión de las emociones en el hombre y los animales*.

Pero Wallace llegó a la conclusión opuesta. La mente, sostenía, está diseñada de forma completa para las necesidades de los seres humanos que evolucionan y no puede explicarse por selección natural. En su lugar, Wallace defendía que «una inteligencia superior había guiado el desarrollo del hombre en una dirección definida y con un propósito especial». *Et tu!*

Wallace se convirtió en un creacionista cuando cayó en la cuenta de que los cazadores-recolectores —los «salvajes», en la jerga del siglo XIX— eran, desde un punto de vista biológico, iguales a los europeos modernos. Su cerebro tenía el mismo tamaño y podían adaptarse fácilmente a las exigencias intelectuales de la vida moderna. Con todo, en la forma de vida de los cazadores-recolectores, que era también el modo de vivir que tenían nuestros antepasados evolutivos, ese nivel de inteligencia no era necesario y no hubo ocasión de mostrarlo. ¿De qué modo, pues, pudieron haber evolucionado en respuesta a las necesidades de un estilo de vida cazador-recolector? Wallace escribió:

Nuestra ley, nuestro gobierno y nuestra ciencia nos exigen continuamente que razonemos sobre una variedad de fenómenos complejos para alcanzar los resultados esperados. Incluso juegos como, por ejemplo, el ajedrez nos impulsan a ejercitar notablemente todas estas facultades. Comparémoslos con los lenguajes que hablan los salvajes, que no contienen ninguna palabra para conceptos abstractos; la completa falta de previsión en el hombre salvaje que le permitiera ir más allá de sus necesidades más simples; su incapacidad para combinar, comparar o razonar sobre cualquier tema general, que no atraiga de forma inmediata sus sentidos...

[...] Un cerebro sólo un cuarto mayor que el del gorila habría... bastado con holgura para el limitado desarrollo mental del salvaje y, por tanto, debemos admitir, en realidad, que su gran cerebro nunca se hubiese desarrollado únicamente mediante una cualquiera de las leyes de la evolución, cuya esencia es que conducen a un grado de organización exactamente proporcional a las necesidades de cada especie, nunca más allá de ellas... [Pero entonces] la selección natural sólo habría dotado al hombre salvaje de un cerebro un poco superior al de un simio, cuando en realidad tiene uno que apenas es inferior al de un filósofo^[1].

La paradoja que enuncia Wallace, la aparente inutilidad evolutiva de la inteligencia humana, es un problema central de la psicología, la biología y la visión científica del mundo. Aún hoy en día, los científicos como el astrónomo Paul Davies piensan que la «sobrecapacidad de exterminación» que tiene la inteligencia humana refuta el darwinismo, y exige algún otro agente de una «progresiva tendencia evolutiva», tal vez un proceso autoorganizador que algún día será explicado por la teoría de la complejidad^[2]. Por desgracia, esto apenas es más satisfactorio que la idea que Wallace tenía de una inteligencia superior encargada de guiar el desarrollo del hombre en una dirección definida. Buena parte de este libro, y este capítulo en particular, está destinada a deshacer el misterio de la paradoja de Wallace, que estremece los cimientos de la teoría para así reducirla a un problema desafiante, pero por otra parte corriente en la investigación que se realiza en las ciencias humanas.

Stephen Jay Gould, en un esclarecedor ensayo sobre Darwin y Wallace, considera a Wallace un adaptacionista extremo que ignora la posibilidad de exaptaciones, es decir, estructuras adaptativas que son «fortuitamente idóneas para desempeñar otras funciones cuando éstas se detallan» (como los huesos de las mandíbulas que acaban convirtiéndose, como vimos, en huesos del oído medio) y «rasgos distintivos que surgen sin que haya funciones... pero continúan disponibles para una posterior cooptación» (como es el caso del pulgar del oso panda que, en realidad, es un hueso provisional de la muñeca).

Los objetos diseñados para propósitos definidos pueden cumplir, como resultado de su complejidad estructural, muchas otras tareas. Una fábrica, por ejemplo, puede que instale un ordenador sólo para emitir los cheques con los que paga a final de mes, pero una máquina como ésa puede también analizar los resultados de los escrutinios electorales^[3].

Comparto la idea de Gould según la cual el cerebro ha sido exaptado para novedades como el cálculo o el ajedrez y, aunque ello es sólo una profesión de fe hecha por personas como nosotros que creemos en la selección natural, difícilmente puede ser reprobada. Esta idea plantea las preguntas de quién o qué realiza la elaboración y la cooptación y por qué las estructuras originales eran adecuadas para

ser cooptadas. Llegados a este punto la analogía con la fábrica no resulta eficaz. Un ordenador que emite cheques de caja *no puede* analizar los escrutinios electorales o, jugar al solitario, a menos que alguien lo haya reprogramado previamente.

Wallace se salió de la vía recta no porque fuese demasiado adaptacionista, sino porque era un lingüista, un psicólogo y un antropólogo pésimo (siempre que le juzguemos —injustamente— según los criterios modernos). Entre el pensamiento simple, concreto, basado en el aquí y el ahora de las tribus de cazadores-recolectores y la racionalidad abstracta tal como se aplicaba en los trabajos modernos como la ciencia, las matemáticas y el ajedrez, Wallace veía un abismo, donde, en realidad, no lo había. Si no obstante le hiciéramos justicia, diríamos que Wallace se había adelantado a su tiempo al darse cuenta de que los cazadores-recolectores no se hallaban en los eslabones inferiores de cierta escala biológica. Pero se equivocaba acerca de su lenguaje, pensamiento y estilo de vida. Prosperar como cazador-recolector es un problema mucho más difícil que calcular o jugar al ajedrez. Tal como vimos ya en el **capítulo 3**, los habitantes de todas las sociedades tienen palabras para conceptos abstractos, prevén más allá de las simples necesidades y combinan, comparan y razonan sobre temas generales que no atraen de forma inmediata sus sentidos. En todas partes, estas habilidades se emplean para burlar las defensas de la flora y la fauna locales^[4]. Pronto veremos cómo todos, desde la cuna, participamos y nos comprometemos en un *tipo* de pensamiento científico. En este sentido, todos somos físicos, biólogos, ingenieros, psicólogos y matemáticos intuitivos. Gracias a estos talentos innatos, no sólo construimos y programamos robots, sino también causamos estragos en el planeta.

Por otro lado, nuestra ciencia intuitiva es diferente de la que realizan los profesionales de la bata blanca. Aunque la mayoría no estemos de acuerdo con Lucy, de la tira cómica *Peanuts*, cuando afirma que los abetos nos dan piel, los gorriones se convierten en águilas que comemos el Día de Acción de Gracias y que podemos decir la edad que tiene un árbol si contamos sus hojas, nuestras creencias parecen a veces igual de estrambóticas. Los niños, por ejemplo, insisten en que un trozo de goma elástica no pesa nada y que las personas conocen el resultado de acontecimientos que no presenciaron o de los que nada oyeron. Estos niños crecen y acaban siendo adultos que piensan que una bola que sale acelerada de un tubo espiral seguirá moviéndose según una trayectoria en espiral, y que en una moneda lanzada al aire son más las probabilidades de que salga cara que cruz.

Este capítulo trata del razonamiento humano, es decir, del modo en que damos sentido e interpretamos el mundo. Para llevar a cabo la ingeniería inversa de nuestras facultades de raciocinio tenemos que empezar por la paradoja de Wallace. Para disolverla, debemos distinguir la ciencia intuitiva y las matemáticas que forman parte del ser humano como un derecho inalienable de aquella otra versión moderna e institucionalizada que tan inasequible le resulta a la mayoría. Luego, exploraremos cómo funcionan nuestras intuiciones, de dónde provienen y de qué modo sen

elaboradas y pulidas para dar lugar a las virtuosas interpretaciones que caracterizan a la civilización moderna.

Inteligencia ecológica

A partir del momento en que el psicólogo suizo Jean Piaget estableció la vinculación de los niños con pequeños científicos, los psicólogos han comparado la persona de la calle, joven o madura, a la persona en el laboratorio. La analogía es, hasta cierto punto, razonable. Tanto los científicos como los niños interpretan el mundo, y además los niños son curiosos investigadores que se esfuerzan por convertir sus observaciones en generalizaciones válidas. En cierta ocasión, unos amigos se quedaron a pasar la noche en casa con mi familia, y su hijo de tres años acompañó a mi hermana mientras bañaba a mi sobrina recién nacida. Tras quedarse mirando fijamente durante varios minutos comentó: «Los niños pequeños no tienen pene». Aquel niño merece nuestra admiración, si no por la exactitud de su conclusión, al menos sí por la atención de su espíritu científico.

La selección natural, sin embargo, no nos moldea para que obtengamos buenas notas en las clases de ciencia o para que publiquemos en revistas científicas homologadas, sino para dominar el entorno local, y ello conduce a discrepancias entre el modo que tenemos de pensar de forma natural y aquello que se exige en el mundo académico.

Durante muchos años, el psicólogo Michael Colé y sus colegas estudiaron una tribu de Liberia denominada kpelle. Esta etnia forma un grupo capaz de una notable expresión hablada que gusta de argumentar y debatir las cosas. La mayoría son analfabetos y no han sido escolarizados, y resuelven mal pruebas que a nosotros nos parecen fáciles. El diálogo que reproducimos a continuación nos muestra el porqué:

Experimentador: Flumo y Yakpalo siempre beben zumo de caña [ron] juntos. Flumo bebe zumo de caña. ¿Yakpalo bebe zumo de caña?

Sujeto: Flumo y Yakpalo beben zumo de caña juntos, pero cuando Flumo se tomó el primero, aquel día, Yakpalo no estaba allí.

Experimentador: Pero te digo que Flumo y Yakpalo siempre beben zumo de caña juntos. Un día Flumo estaba bebiendo zumo de caña. ¿Bebía Yakpalo zumo de caña?

Sujeto: El día que Flumo bebía zumo de caña, Yakpalo no estaba allí.

Experimentador: ¿Por qué?

Sujeto: Porque Yakpalo se fue a su granja ese día y Flumo se había quedado en la ciudad.

El ejemplo no es atípico; los sujetos de Colé a menudo dicen cosas del estilo «Yakpalo no está allí en ese momento; ¿por qué no va y se lo pregunta a él?». El

psicólogo Ulric Neisser, que citó este diálogo, señala que estas respuestas no son en absoluto estúpidas. Simplemente no son respuestas a la pregunta que hace el experimentador^[5].

Una regla fundamental para resolver un problema como los que se plantean en la escuela consiste en basar el razonamiento en las premisas mencionadas en una pregunta, ignorando cualquier otra cosa que sepamos. La actitud es importante en la pedagogía moderna. En los pocos milenios que nos separan de la aparición de la civilización, cierta división del trabajo ha permitido a los profesionales del conocimiento desarrollar métodos de deducción que son ampliamente aplicables y susceptibles de ser diseminados por medio de la escritura y la instrucción formal. Estos métodos, desde un punto de vista literal, carecen de contenido. Mediante largas divisiones cabe calcular los kilómetros recorridos por litro de gasolina o la renta per cápita. La lógica nos dice que Sócrates es mortal o, en los ejemplos que propone el manual de lógica de Lewis Carroll, que ningún cordero está acostumbrado a fumar cigarros puros, que todas las personas pálidas son flemáticas y que un cachorro lisiado no dirá «gracias» cuando se le ofrece una cuerda para saltar a la comba^[6]. Las herramientas estadísticas de la psicología experimental fueron sacadas de la agronomía, ámbito en el que habían sido inventadas para calibrar los efectos de los diferentes fertilizantes en la productividad de las cosechas. Las herramientas funcionan igual de bien en psicología, aun cuando, como cierto estadístico dedicado a esta disciplina escribió, «no tratamos con medidas, al menos no a sabiendas». La potencialidad de estas herramientas consiste en que pueden ser aplicadas a cualquier problema —cómo funciona la visión de los colores, cómo llevar un hombre a la Luna, o saber si la Eva mitocondrial fue una africana—, sin que importe lo ignorante que uno sea de entrada. Para dominar las técnicas, los estudiantes tienen que simular una ignorancia de la cual posteriormente deberán responsabilizarse cuando, en sus vidas profesionales, solucionen problemas. Para un estudiante de secundaria que hace geometría euclidiana no tiene ningún crédito sacar una regla y medir el triángulo, aun cuando con ello garantice que dará con la respuesta correcta. El tema de la lección consiste en inculcar un método que más tarde pueda utilizarse para calcular lo inconmensurable, como, por ejemplo, la distancia a la Luna.

Pero fuera de la escuela, sin duda, es absurdo ignorar lo que uno sabe. A un individuo de la tribu kapelle se le puede perdonar que pregunte. «Mire, ¿quiere saber si Yakpalo está bebiendo zumo de caña o no?». Es algo que es igualmente cierto tanto para el conocimiento que adquiere un individuo como para el conocimiento que adquiere la especie. Ningún organismo necesita algoritmos sin contenido que sean aplicables a cualquier problema por muy esotérico que pueda ser. Nuestros antepasados se encontraron con determinados problemas durante centenares de miles o de millones de años —reconocer objetos, elaborar útiles, aprender el lenguaje local, encontrar pareja, predecir el movimiento de un animal, encontrar el camino— y no se toparon nunca con ciertos otros, como llevar un hombre a la Luna, cultivar mejor

maíz o demostrar el último teorema de Fermat. El conocimiento que soluciona un tipo familiar de problemas a menudo resulta irrelevante para cualquier otro. El efecto de inclinación en la luminancia (brillo fotométrico) resulta útil para calcular la forma de un cuerpo pero no lo es para evaluar la fidelidad de un compañero o pareja potenciales. Los efectos de fingir el tono de voz ayudar en el tema de la fidelidad pero no así en el de la forma. La selección natural no se preocupa de los ideales de una educación liberal y no tendrá escrúpulos en construir módulos de deducción localistas que exploten las regularidades con eones de antigüedad en los propios temas a los que se aplican. Tooby y Cosmides llaman a la inteligencia humana específica a cada tema «racionalidad ecológica»^[7].

Una segunda razón de que no nos convirtamos en auténticos científicos es el coste del conocimiento. La ciencia es cara, y no sólo lo son las infraestructuras como un acelerador de partículas, sino los elementales análisis de causa y efecto como los planteados en los cánones de la inducción de John Stuart Mili. Hace algún tiempo estaba preparando una comida y me sentí insatisfecho con el pan que había horneado, porque había quedado demasiado esponjado y seco, de modo que añadí agua, disminuí la cantidad de levadura y la temperatura del horno. Lo cierto es que aún hoy desconozco cuál de aquellas manipulaciones fue la responsable de que el pan quedara diferente. El científico que hay en mí sabía que el procedimiento adecuado hubiera sido probar las ocho combinaciones lógicas en un diseño factorial: más agua, la misma cantidad de levadura, la misma temperatura: más agua, más levadura, la misma temperatura: más agua, la misma levadura, menor temperatura, etc. Pero el experimento se habría prolongado durante ocho días (o hasta veintisiete, de haber querido poner a prueba dos incrementos de cada factor, sesenta y cuatro, si los incrementos hubieran sido tres) y hubiera precisado un cuaderno y una calculadora. Lo que quería era un pan sabroso y apetecible, no una contribución a los anales del conocimiento humano, de modo que bastaba con probarlo una sola vez con múltiples cambios. En una sociedad amplia que dispone de escritura y ciencia institucionalizadas, el coste de un número exponencial de pruebas es compensado por el beneficio de las leyes que de ellas resultan para un gran número de personas. Tal es la razón del porqué los contribuyentes quieren financiar la investigación científica. Pero, en lo que se refiere a los intereses provinciales de un único individuo o aun de un pequeño grupo, la ciencia bien hecha no merece el esfuerzo que supone.

Una tercera razón por la que somos científicos mediocres es que nuestros cerebros han sido formados para la aptitud, no para la verdad. A veces la verdad es adaptativa, pero a veces no. Los conflictos de intereses son inherentes a la condición humana (véanse capítulos 6 y 7) y tenemos tendencia a querer que prevalezca *nuestra versión* de la verdad, más que la verdad misma.

Por ejemplo, en todas las sociedades, la pericia experta se halla desigualmente distribuida. Nuestro dispositivo mental para comprender el mundo, aun para comprender los significados de palabras sencillas, está diseñado para funcionar en

una sociedad en la cual podemos consultar a un experto cuando sea preciso. El filósofo Hilary Putnam confesaba que, como la mayoría de personas, no tenía ni remota idea de qué modo un olmo difiere de un haya. Pero las palabras no son sinónimas ni para él ni para nosotros; todos sabemos que se refieren a diferentes tipos de árboles y que hay expertos en el mundo que podrían decirnos cuál es cada uno si alguna vezuviésemos necesidad de saberlo. Los expertos son inestimables y, por lo general, recompensados con prestigio y riquezas. Pero nuestra dependencia de los expertos siembra su camino de tentaciones. Los expertos aluden a un mundo de maravillas —fuerzas ocultas, dioses enojados, pociones mágicas— que resulta inescrutable a los meros mortales, aunque alcanzable siempre que medien sus servicios. Los chamanes de las tribus de Siberia son artistas de la fruslería que complementan su considerable conocimiento práctico con magia escénica, trances inducidos por drogas y otros trucos por el estilo^[8]. Al igual que el mago de Oz, deben evitar que quienes recurren a ellos miren al hombre que hay detrás de la cortina, y eso entra en conflicto con la búsqueda desinteresada de la verdad.

En una sociedad compleja, el hecho de depender de expertos nos hace ser aún más vulnerables a los charlatanes, desde el vendedor de feria, que ensalza las virtudes del aceite de serpiente, hasta los mandarines, que aconsejan a los gobiernos la adopción de programas que son llevados a la práctica por otros mandarines. Muchas de las prácticas científicas, como la revisión de los artículos a publicar por un equipo de especialistas, la financiación competitiva y el franco ejercicio de la crítica mutua están destinados a minimizar, en principio, los conflictos de intereses de los científicos y, a veces, en la práctica así lo hacen. La estultificación de la ciencia bien hecha por parte de autoridades nerviosas en sociedades cerradas es un tema familiar en la historia desde la Europa meridional católica en la época de Galileo hasta la Unión Soviética en el siglo xx.

No sólo la ciencia sufre bajo la dominación de los que están en el poder. El antropólogo Donald Brown se quedó asombrado al saber que, en India, los hindúes habían existido durante milenios sin generar prácticamente historia escrita, mientras que la vecina China había producido bibliotecas repletas de anales históricos. Sospechaba que los potentados de una sociedad de castas hereditaria se dieron cuenta de que nada bueno podría traer la existencia de un sabio que se dedicara a husmear en los archivos del pasado, y pudiese encontrar casualmente pruebas que socavaran sus pretensiones de ser descendientes directos de héroes y dioses. Brown examinó las veinticinco civilizaciones y comparó las que estaban organizadas por castas hereditarias con las otras. No había ninguna sociedad organizada por castas que hubiera desarrollado una tradición de escribir descripciones exactas del pasado, y en lugar de historia tenían mitos y leyendas. Las sociedades de castas se distinguían, además, por la ausencia de ciencia política, ciencia social, ciencia natural, biografía, retratos realistas, así como por la ausencia de una educación homogénea^[9].

La ciencia bien hecha es pedante, cara y subversiva. Fue una improbable presión selectiva en el seno de bandas de cazadores-recolectores analfabetos cómodas de nuestros antepasados, y por esa razón es de esperar que las capacidades «científicas» originarias de las personas difirieran de lo que es ciencia genuina.

Cajitas

El humorista Robert Benchley dijo que, en el mundo, hay dos tipos de personas: quienes dividen a las personas del mundo en dos clases y las que no. En el **capítulo 2**, cuando pregunté por qué la mente es capaz de seguir a individuos concretos, di por sentado que la mente forma categorías. Pero el hábito de categorizar merece también ser examinado. Ponemos a las cosas y a otras personas en cajas mentales, damos a cada caja un nombre y, después, tratamos los contenidos de las cajas de forma idéntica. Pero si nuestros congéneres son tan únicos que sus huellas dactilares son diferentes y no hay dos copos de nieve idénticos, ¿por qué ese irrefrenable instinto a clasificar?

Los manuales de psicología suelen dar de forma típica dos explicaciones, pero ninguna tiene sentido. Una es que la memoria no considera todos los acontecimientos que bombardean nuestros sentidos; al almacenar sólo sus categorías, reducimos la carga. En cambio, el cerebro, con sus billones de sinapsis, difícilmente presentaría escasez de espacio. Resulta razonable decir, entonces, que las entidades no entran en la memoria cuando son combinatorias —oraciones en castellano, oraciones en inglés, jugadas de ajedrez, todas las formas en todos los colores y tamaños y en todas las posiciones— porque los números forman explosiones combinatorias que exceden del número de partículas existentes en el universo y superan aun el más generoso cálculo de la capacidad que tiene el cerebro. Pero vivimos durante unos insignificantes dos mil millones de segundos y no hay razón conocida del porqué el cerebro no habría de poder registrar todos y cada uno de los objetos y acontecimientos de los que tenemos experiencia, si tuviera que hacerlo. Además, a menudo recordamos tanto una categoría *como* sus miembros, como los meses, los miembros de la familia, los continentes y los equipos de fútbol, de modo que la categoría *aumenta* la carga de memoria.

La otra razón putativa es que el cerebro está obligado a organizar; sin categorías, la vida mental sería un caos. Con todo, la organización por sí misma es inútil. Por ejemplo, tengo un amigo compulsivo, cuya esposa les dice a quienes llaman interesándose por él que no se puede poner al teléfono porque está ordenando alfabéticamente las camisetas. Ocasionalmente recibo larguísimos manuscritos de teóricos que han descubierto que cualquier cosa del universo entra en clases de tríadas: el Padre, el Hijo y el Espíritu Santo; protones, neutrones y electrones;

masculino, femenino y neutro; Huey, Dewey y Louie, y así sucesivamente, página tras página. Jorge Luis Borges escribió acerca de una enciclopedia china que dividía los animales en: a) los que pertenecen al Emperador, b) los embalsamados, c) los que están adiestrados, d) lechones, e) sirenas, f) los que son fabulosos, g) perros callejeros, h) los que están incluidos en esta clasificación, i) los que tiemblan como si estuviesen locos, j) los innumerables, k) los que son dibujados con un pincel muy fino de pelo de camello, l) otros, m) los que han roto un florero, n) los que, de lejos, se parecen a moscas.

No, la mente tiene que obtener algo del hecho de formar categorías, y ese algo se llama *inferencia*. Ciertamente, no podemos conocerlo todo de cada objeto, pero sí podemos observar algunas de sus propiedades, asignado una categoría y formar la categoría que predice las propiedades que no hemos observado. Si Mopsy tiene orejas largas, es un conejo; si es un conejo, comerá zanahorias, se moverá dando brincos y se reproducirá, pues, como un conejo. Cuanto más pequeña es la categoría, mejor es la predicción. Al saber que Peter es un conejo de rabo blanco, podemos predecir que crece, respira, se mueve, fue amamantado, habita en el campo o los claros del bosque, es portador de tularemia y puede contraer mixomatosis. Si supiéramos sólo que es un mamífero, la lista incluiría sólo crecer, respirar, moverse y ser amamantado. Si supiéramos sólo que es un animal, se reduciría a crecer, respirar y moverse.

Por otro lado, es mucho más difícil etiquetar a Peter como conejo de rabo blanco que como mamífero o animal. Para etiquetarlo como un mamífero nos es preciso sólo percibir que es peludo y se mueve, pero para etiquetarlo como un conejo de rabo blanco debemos darnos cuenta de que tiene orejas largas, una cola corta, largas patas posteriores y que es blanco por la parte inferior de la cola. Para identificar categorías muy específicas tenemos que examinar tantas propiedades que quedarían pocas por predecir. Casi todas nuestras categorías diarias se hallan cerca del término medio: «conejo», y no «mamífero o de cola blanca»; «coche», y no «vehículo o Ford Tempo»; «silla», y no «mueble o Barcalounger». Representan un compromiso entre lo difícil que resulta identificar la categoría y lo bien que nos va la categoría. La psicóloga Eleanor Rosch las denominó categorías de nivel básico. Son las primeras palabras que los niños aprenden de los objetos y, en general, la primera etiqueta mental que asignamos al verlos^[10].

¿Qué hace ser a una categoría como «mamífero» o «conejo» mejor que una categoría como «camisetas hechas por marcas de género de punto que empiezan por H» o «animales dibujados con un pincel muy fino de pelo de camello»? Muchos antropólogos y filósofos creen que las categorías son convenciones arbitrarias que aprendemos junto con otros accidentes culturales estandarizados en nuestro lenguaje. En el ámbito de las humanidades, el deconstructivismo, el postestructuralismo y el posmodernismo Llevan este enfoque hasta sus últimas consecuencias. Pero las categorías serán útiles sólo si se engranan con el modo en que el mundo funciona. Para nuestra fortuna, los objetos del mundo no están esparcidos de manera uniforme

por las filas y las columnas de la lista de inventario que definen las propiedades de las que nos damos cuenta. El inventario del mundo es rugoso. Las criaturas que tienen rabos blancos tienden a tener orejas largas y viven en los claros de los bosques; las criaturas con aletas suelen tener escamas y vivir en el agua. Aparte de los libros infantiles con páginas recortables que sirven para montar seres fantásticos hechos por el propio niño, no hay rabos blancos provistos de aletas o peces dotados de orejas flexibles. Las cajas mentales funcionan porque las cosas se presentan en grupos que encajan bien en las cajas.

Pero ¿qué hace que las aves con plumaje se agrupen? El mundo está esculpido y organizado según leyes que la ciencia y las matemáticas tienen como meta descubrir. Las leyes de la física dictan, por ejemplo, que los objetos más densos que el agua se irán al fondo de un lago y no flotarán en la superficie. Las leyes de la selección natural y de la física dictan que los objetos que se mueven más aprisa a través de los fluidos tienen formas más aerodinámicas. Las leyes de la genética hacen que la prole se asemeje a sus progenitores y las de la anatomía, la física y las intenciones humanas fuerzan a que las sillas tengan formas y estén hechas de materiales que hagan de ellas soportes estables.



Tal como vimos en el **capítulo 2**, formamos dos tipos de categorías. Tratamos los juegos y los vegetales como categorías que tienen estereotipos, fronteras difusas y semejanzas familiares. Este tipo de categorías deriva naturalmente de redes neurales asociadoras de patrones. Tratamos a los números impares y a las hembras como categorías que tienen definiciones, fronteras interiores o exteriores e hilos comunes que pasan a través de los miembros. Ese tipo de categoría es computada de forma natural por sistemas de reglas. Colocamos algo en ambos tipos de categorías mentales; así, por ejemplo, pensamos en «una abuela» como una persona dispensadora de caricias con el cabello gris; también pensamos «abuela» como la progenitora hembra de un padre.

Llegados a este punto, estamos en condiciones de explicar para qué sirven estos dos tipos de pensamiento. Las categorías difusas provienen de examinar objetos y de registrar de manera no perspicaz las correlaciones de sus rasgos. El potencial predictivo que tienen proviene de la semejanza: si A comparte ciertos rasgos con B, entonces probablemente comparte otros. Las categorías difusas funcionan de hecho registrando las agrupaciones. Las categorías bien definidas, en cambio, funcionan registrando las leyes que hacen que esos grupos se hallen donde están. Derivan de las teorías intuitivas que captan la mejor conjetura que tenemos acerca de lo que hace que el mundo funcione. Su potencial predictivo proviene de la deducción: si A implica B, y A es verdad, entonces B es verdad^[11].

La ciencia real se ha hecho célebre por ser capaz de trascender las sensaciones difusas de la semejanza y llegar a las leyes subyacentes. Las ballenas no son peces; los seres humanos son primates; la materia sólida es principalmente espacio vacío. Si bien los seres humanos corrientes no piensan exactamente como los científicos, también hacen que sus teorías pasen por encima de la semejanza cuando razonan acerca del modo en que el mundo funciona. ¿Cuáles de estos tres atributos están emparejados: cabello blanco, cabello gris, cabello negro? ¿Y si en lugar de cabello dijésemos nube blanca, nube negra, nube gris? La mayoría responde descartando el negro, porque el cabello con la edad se torna gris y luego blanco, y porque las nubes grises y negras traen lluvia. Pongamos por caso que le dijera al lector que tengo un disco de 7,62 centímetros. ¿A qué se asemeja más, a una pizza o una moneda de 25 centavos? La mayoría responde que es *similar* a la moneda, pero es más *probable que sea* una pizza. La razón que arguyen es que las monedas tienen que ser estándares y, en cambio, las pizzas pueden variar. En una excursión a un bosque inexplorado, descubrimos, un ciempiés, una oruga que tiene su mismo aspecto y una mariposa en la que la oruga se transforma. ¿Cuántos tipos diferentes de animales hemos encontrado y cuáles se emparejan? La mayoría siente, como los propios biólogos, que la oruga y la mariposa son el mismo animal, pero que la oruga y el ciempiés no lo son, a pesar de que las apariencias afirmen lo contrario. Si fuese la primera vez que asistimos a un partido de baloncesto, veríamos que los jugadores, pongamos por caso, rubios con camisetas verdes corren hacia la cesta situada al este con la pelota y que los jugadores negros con camisetas blancas corren hacia la cesta oeste cuando tienen la pelota. Tras sonar el silbato, entra un jugador con camiseta verde. ¿Hacia qué cesta correrá? Todo el mundo sabe que hacia la cesta este.

Estas conjeturas que desafían la semejanza provienen de teorías intuitivas acerca de la edad, el clima, el intercambio económico, la biología y las coaliciones sociales. Pertenecen a los sistemas más amplios de suposiciones tácitas acerca de los tipos de cosas y leyes que las rigen. Las leyes pueden ser representadas por completo de forma combinatoria en la mente para obtener predicciones y hacer deducciones acerca de acontecimientos inadvertidos. En las distintas partes del mundo todos tenemos ideas caseras acerca de la física, que sirven para predecir cómo los objetos se mueven; de la psicología, para predecir qué piensan y hacen los demás; de la lógica, para derivar ciertas verdades de otras; de la aritmética, para predecir los efectos de la agregación; de la biología, para razonar acerca de los seres vivos y sus facultades; del parentesco, para razonar acerca de lo emparentado y la herencia, así como acerca de una variedad de sistemas sociales y legales. Si bien la mayor parte de este capítulo explora estas teorías intuitivas, deberíamos preguntarnos primero; ¿cuándo *permite* el mundo que las teorías (científicas o intuitivas) funcionen y cuándo nos fuerza a recurrir a categorías difusas definidas por la semejanza y los estereotipos?



¿De dónde provienen nuestras agrupaciones de semejanza difusa? ¿Son sólo partes del mundo que comprendemos tan pobremente que sus leyes subyacentes se nos escapan? ¿O el mundo realmente *tiene* categorías difusas aun en nuestra mejor comprensión científica? La respuesta dependerá de qué parte del mundo examinemos. Las matemáticas, la física y la química tratan de categorías nítidas que obedecen a teoremas y leyes que rigen objetos como los triángulos y los electrones. En cambio, cualquiera en el cual tenga cierto papel la historia, como es el caso de la biología, los miembros entran y salen de categorías válidas con el transcurrir del tiempo, dejando sus fronteras en condiciones precarias. Algunas de las categorías son definibles, otras, en cambio, son en realidad difusas.

La mayoría de los biólogos considera las especies como categorías legítimas y válidas, ya que son poblaciones que han llegado a aislarse reproductivamente y se han adaptado a su entorno local. La adaptación a un nicho y la endogamia homogeneizan la población, por tanto, una especie en un momento dado es una categoría real existente en el mundo que los taxonomistas identifican sirviéndose de criterios bien definidos. Pero una categoría taxonómica superior, que represente a los descendientes de una especie ancestral, no responde igual de bien. Cuando los organismos ancestrales se dispersaron y sus descendientes perdieron el contacto y adoptaron nuevos hábitats, aquella hermosa imagen original que los caracterizaba se convirtió en un palimpsesto. Por ejemplo, los petirrojos, los pingüinos y los avestruces comparten ciertos rasgos, como tener plumas, porque son los tataranietos de una única población que se adaptó a volar. Difieren unos de otros porque los avestruces son africanos y están adaptados para correr, y, en cambio, los pingüinos viven en la Antártida y están adaptados para nadar. El vuelo, en otro tiempo un rasgo distintivo de las aves, es en la actualidad meramente una parte de su estereotipo.

En lo que a las aves se refiere, existe un tipo de categoría biológica nítida en la que pueden encajarse: un *clado*, término que proviene del griego y significa exactamente rama del árbol genealógico de los organismos. La rama representa a los descendientes de una única población ancestral. Pero no todas las categorías de animales que nos resultan familiares pueden ser fijadas a un clado. Ciertos descendientes de una especie divergen de forma tan irregular que algunos de sus vástagos son casi irreconocibles. Esas ramitas tienen que ser podadas para mantener la categoría tal como la conocemos, y la rama principal queda desfigurada por las cepas que han sido cortadas y se convierte en una categoría difusa cuyos límites y fronteras vienen definidos por la semejanza, sin que exista una definición científica precisa^[12].

Los peces, por ejemplo, no ocupan una rama en el árbol de la vida. Un pez del grupo de los dipneos, por ejemplo, que además de tener branquias disponía de un órgano semejante a los pulmones, dio lugar a los anfibios, entre cuyos descendientes se cuentan los reptiles, animales de los que descienden las aves y los mamíferos. No hay ninguna definición que distinga a todos los peces y sólo a ellos, ningún clado del

árbol de la vida que incluya al salmón y a un pez del grupo de los dipneos y, en cambio, excluya a los lagartos y las vacas. Los taxonomistas debaten acaloradamente qué hacer con categorías como pez, que tan obvias resultan para cualquier niño pero, en cambio, no tienen ninguna definición científica porque no son ni especies ni criados. Hay quien insiste en que no existe algo así como un pez, y que se trata meramente de un estereotipo propio de legos en la materia. Otros, en cambio, intentan rehabilitar las categorías de la vida cotidiana como pez sirviéndose de algoritmos informáticos que agrupan a los individuos en racimos que comparten propiedades. A otros, aun, les gustaría saber a qué viene todo este formidable enredo, ya que sólo ven en las categorías y, con ellas, en las familias y los órdenes, convenciones y opciones de gusto, es decir como meras convenciones acerca de cuáles son las semejanzas que se consideran importantes para la discusión que se tiene abierta.

La clasificación es particularmente difusa en el tronco donde una rama ha sido podada, es decir, en relación a la especie extinguida que se convirtió en el antepasado poco favorable de un nuevo grupo. Así, el fósil *Archaeopteryx*, aun cuando es considerado el antepasado de las aves, ha sido descrito por un paleontólogo como un «reptil muy dudable que poco tenía de ave». La acción anacrónica de hacer entrar a animales extintos en categorías modernas a las que aquéllos habrían generado, era un vicio muy propio de los primeros paleontólogos, que ha sido magníficamente descrito en la obra *Wonderful Life* de Gould [13].

De esta manera, el mundo a veces se nos presenta con categorías difusas y lo mejor que podemos hacer es registrar sus semejanzas. Ahora bien, podemos dar la vuelta a la pregunta: ¿el mundo siempre se nos presenta con categorías nítidas y escuetas?



En su libro *Women, Fire and Dangerous Things*, cuyo título recoge una categoría gramatical difusa en una lengua australiana, el lingüista George Lakoff sostiene que las categorías claras y distintas son ficciones. Son artefactos del vicio de buscar definiciones, un hábito que heredamos de Aristóteles y del cual tenemos que liberarnos. En las líneas de su obra, Lakoff desafía al lector para que encuentre en el mundo una categoría que tenga límites precisos. Basta con sólo mirar a través del microscopio, y los límites y las fronteras de lo que parecía claro y distinto pasan a ser difusas. Pongamos un ejemplo sacado de un manual, «madre», una categoría con la definición aparentemente nítida de «progenitura hembra». ¿Ah sí? ¿Qué sucede con las madres de alquiler? ¿Las madres adoptivas? ¿Las madres de leche? ¿Las donadoras de óvulos? O bien, por ejemplo, «especie». Una especie, a diferencia de otras categorías más amplias y controvertidas como «pez», se supone que tiene una definición clara que, en general, es la de una población de organismos cuyos

miembros pueden emparejarse para dar lugar a una descendencia fértil. Pero aun esta definición se difumina cuando se la examina. Existen especies ampliamente dispersas que varían gradualmente, en las cuales un animal del extremo occidental de la gama puede aparearse con un ejemplar del centro, y un animal del centro puede a su vez hacerlo con un animal del extremo oriental de la gama, pero en la cual un animal del extremo occidental no puede emparejarse con un animal que vive en oriente^[14].

Las observaciones son interesantes, aunque soy de la opinión de que pierden de vista un punto importante. Los sistemas de reglas son *idealizaciones* que resumen los aspectos complicados de la realidad. Nunca son visibles de forma pura, pero no por ello son menos reales. De hecho, nadie ha visto nunca un triángulo que no tenga grosor, un plano inclinado exento de rozamiento, un punto de masa, un gas ideal o una población infinita que se cruza y reproduce de forma aleatoria. Ello es así no porque sean ficciones inútiles, sino porque están enmascaradas por la complejidad y la finitud del mundo así como por muchas capas de «ruido». El concepto de «madre», por ejemplo, queda perfectamente definido dentro de una serie de teorías idealizadas. En la genética de los mamíferos una madre es la fuente de la célula sexual que siempre es portadora de un cromosoma X. En la biología evolutiva, en cambio, es la productora de un gameto más amplio. En la fisiología de los mamíferos, madre es el emplazamiento del crecimiento prenatal y del nacimiento; en la genealogía, el inmediato antepasado hembra; en ciertos contextos legales, el custor del hijo y la esposa del padre del hijo. El concepto de «madre» que abarca varias cosas depende de una idealización de las idealizaciones en la cual todos los sistemas sacan las mismas entidades: la que aporta el alimento ovular al embrión, la portadora de la descendencia, que se encarga de criarla y se emparenta con el donador de esperma. Al igual que la existencia de frotamiento no refuta la teoría de Newton, las interrupciones exóticas de la alineación idealizada de la genética, la fisiología y el derecho, no hace que el concepto de «madre» sea más difuso *dentro* de cada uno de estos sistemas. Nuestras teorías, tanto las populares como las científicas, idealizan apartándose del caótico desorden del mundo y ponen al desnudo las fuerzas causales que subyacen^[15].



Resulta difícil leer sobre la tendencia de la mente humana a poner las cosas en cajas organizadas alrededor de un estereotipo sin reflexionar la tragedia que es el racismo. Si tenemos en cuenta que formamos estereotipos incluso acerca de conejos y peces, el racismo, ¿no es algo que producimos de forma natural? Y si el racismo es a la vez natural e irracional, ¿hace ello de la estima en que tenemos a los estereotipos un fallo en nuestro software cognitivo? Serían muchos los psicólogos sociales y cognitivos que responderían de forma afirmativa, ya que enlazan los estereotipos étnicos a un entusiasmo excesivo por formar categorías y a una insensibilidad hacia

las leyes estadísticas que demostrarían que los estereotipos son falsos. Un grupo de discusión en Internet dedicado al tema de los modeladores de redes neuronales, debatió en cierta ocasión qué clases de algoritmos de aprendizaje modelarían mejor el personaje al que dieron en llamar Archie el Ultra. Los participantes suponían que las personas eran racistas cuando sus redes neurales tienen un escaso rendimiento o están privadas de buenos ejemplos de formación. Con tal que nuestras redes pudieran utilizar sólo una regla de aprendizaje adecuada y recoger suficientes datos, llegarían a trascender los falsos estereotipos y registrarían de forma correcta los hechos de la igualdad humana.

En realidad, algunos estereotipos étnicos se basan en malas estadísticas o en ninguna; son productos de una psicología coalicional que automáticamente denigra a los intrusos (véase **capítulo 7**). Otros puede que se basen en estadísticas acertadas acerca de personas inexistentes, los personajes virtuales que encontramos cada día tanto en la gran pantalla como en el televisor: mafiosos italianos, terroristas árabes, traficantes de droga de color, maestros orientales de artes marciales, espías británicos, y así sucesivamente^[16].

Pero, tristemente, algunos estereotipos puede que se basen en estadísticas precisas acerca de personas de carne y hueso. En Estados Unidos, por ejemplo, hoy en día, existen diferencias reales y amplias entre los grupos étnicos y raciales en su rendimiento medio escolar, así como en los porcentajes que desglosan el índice de crímenes violentos cometidos. (La estadística, cierto es, nada dice acerca de la herencia ni de cualquier otra causa putativa). Las estimaciones que la gente corriente hace de estas diferencias son bastante exactas y, en algunos casos, las personas que mayor contacto tienen con un grupo minoritario, como los trabajadores sociales, tienen estimaciones aún más pesimistas y, por desgracia también, más exactas de la frecuencia con que aparecen los rasgos negativos como la ilegitimidad y la dependencia respecto de la asistencia social. Un buen artífice de categorías estadísticas desarrollaría estereotipos raciales y los utilizaría para tomar decisiones sobre casos individuales que, desde un punto de vista actuarial, serían válidas y estarían bien fundadas, pero, en cambio, desde una perspectiva moral serían repugnantes. Este comportamiento es racista no porque sea irracional (en el sentido de inexacto desde un punto de vista estadístico), sino porque se burla del principio moral según el cual está mal juzgar a un *individuo* sirviéndose para ello de las estadísticas de un *grupo* racial o étnico. El argumento contra la intolerancia y el fanatismo, por tanto, no proviene de las especificaciones de diseño para un categorizador racional estadístico, sino de un sistema de reglas, en este caso una regla de la ética que nos dice cuándo hay que desconectar los categorizadores estadísticos^[17].

Currículum central

Al hacer zapping, casualmente, un espectador se detiene a ver una reposición de la serie *La ley de Los Ángeles* y quiere saber por qué razón la arpía de la abogada Rosalind Shays llora sentada en el estrado de los testigos. Si alguien empezara a explicarle que el fluido de sus conductos lacrimales había aumentado de volumen hasta que la presión excedió a la superficie en una cantidad tal y cual, a buen seguro que protestaría por la clase que se le pretendía colar, pues lo que el espectador quiere descubrir es que la abogada desea ganar el pleito contra sus antiguos empresarios y derrama lágrimas de cocodrilo para convencer al jurado de que cuando la empresa la despidió, quedó psicológicamente hundida. Con todo, si tuviésemos la oportunidad de ver el siguiente episodio y quisiéramos saber por qué Rosalind se desplomó por el hueco del ascensor cuando accidentalmente dio un traspies en una puerta casualmente abierta, los motivos que la protagonista pudiera tener serían irrelevantes para todo el mundo, salvo para un freudiano que quisiera llevar el tema al extremo de lo absurdo. La explicación se limitaría simplemente a decir que la materia en caída libre, incluida la propia Rosalind Shays, se acelera a una velocidad de 9,8 metros por segundo cada segundo.

Hay muchos modos de explicar un acontecimiento y algunos son mejores que otros^[18]. Aun cuando los neurocientíficos lleguen algún día a descodificar el diagrama completo de conexiones y circuiterías que forman el cerebro, el comportamiento humano tiene más sentido cuando es explicado en términos de creencias y deseos, no en términos de unidades de medida como, por ejemplo, voltios y gramos. La física no nos ofrece ninguna idea acerca de las maquinaciones de una hábil abogada e, incluso, ni tan sólo llega a aclararnos muchos actos más sencillos de los seres vivos. Tal como en cierta ocasión observara Richard Dawkins: «Si lanzáramos un pájaro muerto al aire, describiría una elegante parábola, exactamente tal como los libros de física nos dicen que debe ser, y finalmente iría a reposar en el suelo y allí se quedaría. Se comporta como un cuerpo sólido con una masa particular en la cual opera la resistencia al aire. En cambio, si lanzamos al aire un pájaro vivo no describirá una parábola ni caerá hasta volver al suelo, sino que se irá volando y puede que ni vuelva a pisar suelo en el límite de la región en que nos encontramos»^[19]. Entendemos a las aves y las plantas en términos de sus entrañas. Para saber por qué se mueven y crecen, los abrimos en canal y los cortamos a trocitos que examinamos después a través del microscopio. En cambio, precisamos otro tipo de explicación para artefactos como una silla y una palanca, es decir, un enunciado de la función que se pretende que el objeto cumpla. Sería un completo desatino si intentáramos entender por qué las sillas tienen una superficie horizontal estable cortándolas por la mitad y examináramos trozos del material del que están hechas a

través del microscopio. La explicación consiste en que hubo alguien que pensó y diseñó la silla para que un ser humano se sentara en ella.

Muchos científicos cognitivos creen que la mente está equipada con teorías intuitivas innatas o módulos para los principales modos en que se interpreta el mundo. Para ellos existen módulos para los objetos y las fuerzas, para los seres animados, los artefactos, las mentes y los reinos naturales como los animales, las plantas y los minerales. No interpretan el modismo «teoría» de forma literal, pues tal como hemos visto las personas no actúan realmente como científicos. Además, tampoco hay por qué tomar la metáfora de «módulo» demasiado en serio, ya que los seres humanos pueden mezclar y ajustar sus modos de conocimiento. Un concepto como es, por ejemplo, «lanzar», une una intención (psicología intuitiva) a un movimiento (física intuitiva). Además, aplicamos a menudo modos de pensamiento a temas para los cuales no están diseñados, como sucede en el humor bufonesco (persona como objeto), en la religión animista (un árbol o una montaña como poseedores de un espíritu) y en los cuentos con animales antropomorfos (animales con mentes humanas). Tal como mencioné, prefiero pensar los modos de conocer en términos anatómicos, como sistemas mentales, órganos y tejidos, al igual que el sistema inmunitario, la sangre o la piel. Cumplen funciones especializadas, gracias a sus estructuras especializadas, aunque a diferencia del resto del organismo no se presentan de forma necesaria en paquetes encapsulados. Añadiría, así mismo, que la lista de teorías intuitivas o módulos o modos de conocer, es a buen seguro demasiado sucinta. Quienes se dedican a la ciencia cognitiva piensan, por ejemplo, en personas como el señor Spock sin sus orejas puntiagudas. Un inventario más realista incluiría modos de pensamiento y de sensación para el peligro, la contaminación, el estatus social, el dominio, la justicia, el amor, la amistad, la sexualidad, los hijos, los parientes y el propio yo. Todos estos modos serán explorados en los capítulos siguientes.

Afirmar que los diferentes modos de conocer son innatos es algo distinto a sostener que el conocimiento es innato. Ciertamente, tenemos que aprender sobre los Frisbees, las mariposas y los abogados. Hablar de módulos innatos no significa minimizar el aprendizaje sino explicarlo. El aprendizaje implica algo más que registrar la experiencia, requiere expresar los registros de la experiencia de modo que se generalicen de formas que sean útiles. Una máquina de vídeo es una grabadora excelente, aunque nadie consideraría esta versión moderna de la tabula rasa como un paradigma de inteligencia. Cuando vemos a los abogados en acción, sacamos conclusiones acerca de cuáles son sus metas y valores, no sobre las trayectorias que describe su lengua o el movimiento de sus miembros. Las metas y los valores son unos de los léxicos en los que expresamos mentalmente nuestras experiencias. No pueden construirse a partir de conceptos más sencillos procedentes de nuestro conocimiento físico del mismo modo en que, por ejemplo, «momentum» puede construirse a partir de la masa y la velocidad o «potencia» a partir de la energía y el

tiempo. Son primitivos o irreductibles, y los conceptos de nivel superior se definen tomándolos a ellos como sus términos. Para comprender el aprendizaje en otros dominios, tenemos que hallar cuáles son también sus vocabularios.

Debido a que un sistema combinatorio como un vocabulario genera un vasto número de combinaciones, tal vez querramos saber si los pensamientos humanos pueden ser generados por un sistema único, una especie de lenguaje esperanto de la mente de propósito general. Pero incluso un sistema combinatorio potente tiene sus límites. Una calculadora puede sumar y multiplicar un inmenso número de vastos números, pero nunca revisará la ortografía de una oración. Un programa dedicado a procesar textos puede mecanografiar la biblioteca infinita de libros de Borges con todas las combinaciones de caracteres, pero nunca sumará los números que escriba con todas sus letras. Los modernos ordenadores digitales pueden hacer mucho con poco, pero ese «poco» aún incluye distintos vocabularios integrados para los textos, gráficos, lógica y varias clases de números. Cuando los ordenadores son programados como sistemas de razonamiento de inteligencia artificial, tienen que ser inmediatamente dotados con una comprensión de las categorías básicas del mundo: objetos, que pueden estar en dos lugares a la vez; animales, que pueden vivir durante un único intervalo de tiempo; personas, a las que no les gusta el dolor, y así sucesivamente^[20]. Eso mismo es también cierto de la mente humana. Incluso una docena de vocabularios mentales innatos —una idea salvaje y alocada, según los críticos— sería una pequeña cantidad que bastaría para representar la integridad del pensamiento y el sentir humanos, desde los significados del medio millón de palabras que entran en el *Oxford English Dictionary* hasta las tramas de los cuentos de *Las mil y una noches* de Scherezade.



Vivimos en el mundo material y una de las primeras cosas de la vida que tenemos que averiguar es cómo los objetos colisionan entre sí y caen por los huecos del ascensor. Hasta fecha reciente, todo el mundo pensaba que el mundo de los niños era un calidoscopio de sensaciones, una «confusión que florece y rumorea», por expresarlo con las memorables palabras de William James. Piaget afirmaba que los niños eran criaturas sensomotoras, ignorantes de que los objetos se adhieren y persisten y de que el mundo funciona según leyes externas y no en función de las acciones de los niños. Los niños serían como aquel hombre de la célebre quintilla humorística sobre la filosofía idealista de Berkeley:

Había una vez un hombre que dijo: «Dios
debe pensar de forma sumamente extraña
si encuentra que este árbol

sigue estando aquí
aun cuando no haya nadie en el Patio».

Los filósofos gustan de señalar que la creencia de que el mundo es una alucinación o que los objetos no existen cuando no los contemplamos, no es refutable recurriendo a la observación. Un niño de pecho experimentaría aquel florecer y rumorear durante toda su vida si no estuviera equipado con un mecanismo mental que interpretase los colores y los sonidos como signos externos de objetos persistentes que siguen leyes mecánicas. Esperamos de los niños pequeños que desde el principio muestren *cierta* apreciación de la física.

Sólo a través de cuidadosos estudios realizados en el laboratorio se nos permite saber a qué se parece —y no a qué se parecía— ser un bebé. Por desgracia, los niños pequeños son sujetos experimentales difíciles, peores que las ratas y los estudiantes de segundo grado. No se les puede condicionar fácilmente, y además no hablan. Con todo, una técnica ingeniosa que desarrollaron las psicólogas Elizabeth Spelke y Renée Baillargeon, se centra en el hecho de que los niños pequeños hacen una cosa bien: aburrirse. Cuando los niños ven el mismo trasto viejo una y otra vez, muestran su aburrimiento apartando la mirada. Cuando aparece algo nuevo, se animan y lo miran fijamente. Ahora bien, «lo viejo» y «lo nuevo» se hallan en la mente del observador. Al ver qué revive el interés de los niños pequeños y qué prolonga su aburrimiento, podemos conjeturar qué cosas ven como siendo lo mismo y qué cosas ven como diferentes, es decir, de qué modo categorizan la experiencia. Este proceso resulta especialmente informativo cuando una pantalla bloquea parte de la vista del niño y luego desaparece, ya que podemos intentar decir qué pensaban los bebés acerca de esa parte invisible de su mundo. Cuando los ojos de los bebés son sólo momentáneamente atraídos y luego se desvían, podemos inferir que la escena estaba en la imaginación del bebé desde el primer momento. Si el bebé se queda mirándola fijamente durante más tiempo, cabe inferir que esa escena llegó como una sorpresa.

Los bebés de tres o cuatro meses de edad, por lo general, son los sujetos más jóvenes con los que se han hecho pruebas, en ambos casos porque se les puede manejar mejor que a los bebés más jóvenes y porque su visión estereoscópica, la percepción del movimiento, la atención y agudeza visuales acaban de madurar. Las pruebas no pueden, por sí mismas, establecer qué es o no innato. Los bebés de tres meses no son recién nacidos, de modo que cualquier cosa que conocen pueden en teoría haberla aprendido. Por otro lado, los bebés de tres meses tienen aún por delante un proceso importante de maduración que realizar, por tanto lo que lleguen a conocer más tarde podría surgir sin aprendizaje, como aparecen los dientes y el vello púbico. Con todo, al decirnos qué conocen los bebés y a qué edad lo conocen, las conclusiones obtenidas reducen las opciones.

Spelke y Kelman querían ver qué trataban los niños pequeños como un objeto. Recordemos brevemente que en el **capítulo 4** dijimos que no era fácil, incluso en el caso de un adulto, decir qué es un «objeto». Un objeto se puede definir como una extensión del campo visual con una silueta lisa, una extensión con color y textura homogéneos o una colección de manchas con un movimiento que es común a todas ellas. A menudo estas definiciones escogen las mismas piezas, pero cuando no es así, es el movimiento que tienen en común lo que prima. Cuando las piezas se mueven juntas, las vemos como si fueran un único objeto; si siguen caminos separados, las vemos como objetos separados. El concepto de un objeto es útil porque los fragmentos de materia que están vinculados unos con otros por lo general se mueven juntos. Las bicicletas, las parras y los caracoles puede que sean aglomeraciones irregulares de materiales diferentes, pero si se las coge por un extremo, el otro extremo sigue el aventón.

Kelman y Spelke aburrieron a sus bebés con dos palos que asomaban por detrás de la parte superior e inferior de una amplia pantalla. La cuestión que se trataba de saber era si los bebés veían los palos como formando parte de un único objeto. Cuando retiraron la pantalla, los bebés veían o bien un solo palo largo o bien dos de cortos con un espacio vacío entre ambos. Si los bebés hubieran *visualizado* un único objeto, entonces el acto de ver un único objeto les aburriría y dos les sorprendería. Si hubieran pensado que cada pieza era un objeto, entonces el acto de ver un único objeto habría sido para ellos una sorpresa, y ver dos, un aburrimiento. En los experimentos de control midieron el tiempo que los niños permanecían mirando a uno de los dos objetos sin haber visto nada con anterioridad y esas duraciones de base fueron luego debidamente sustraídas.

De los niños se podría esperar que viesen las dos piezas como dos piezas o, de haberlas unido mentalmente ambas, que hubieran utilizado todas las correlaciones entre los rasgos de un objeto como criterios: siluetas lisas, colores comunes, texturas comunes y movimientos en común. Con todo, a juzgar por lo experimentado, los niños tienen una idea de lo que es un objeto muy temprana en su vida, la cual forma el núcleo del concepto que tendrán luego de adultos: un objeto son partes que se mueven juntas. Cuando miran dos palos situados por detrás de una pantalla que son movidos hacia delante y hacia atrás al mismo tiempo, los bebés los ven como un único objeto y se sorprenden si al levantar la pantalla ven que había dos. Cuando no se mueven, no esperan que sean un único objeto, aun cuando las piezas visibles tengan el mismo color y la misma textura. Cuando miran un palo que asoma por detrás de la parte superior y un polígono de color rojo irregular que lo hace por la parte inferior, y se mueven hacia delante y hacia atrás al mismo tiempo, los bebés esperan de *ellos* que estén unidos, aun cuando no tengan en común otra cosa más que el movimiento.

El niño es también el padre del adulto en otros principios de la física intuitiva. Uno de ellos es que un objeto no puede pasar a través de otro objeto como si fuera un

fantasma. Renée Baillargeon ha demostrado que los niños de cuatro meses de edad se quedan sorprendidos cuando un panel que tienen justo delante de un cubo cae de algún modo horizontal en el suelo, a través del espacio que el cubo debería ocupar. Spelke y sus colegas han demostrado que los niños no esperan que un objeto traspase una barrera o pase por un hueco que sea más estrecho que el tamaño del objeto.

Un segundo principio es que los objetos se mueven siguiendo trayectorias continuas: no pueden desaparecer de un lugar y materializarse en otro, como sucede en la fantástica sala de teletransporte de la nave interestelar *Enterprise* de la serie *Star Trek*. Cuando un niño ve un objeto que pasa por detrás del extremo izquierdo de una pantalla situada a la izquierda y luego lo ve reaparecer por detrás del extremo derecho de la pantalla derecha sin que se mueva pasando por el hueco que hay entre las pantallas, supone que está viendo dos objetos. Cuando ve un objeto que pasa por detrás de la pantalla izquierda, reaparece por el otro extremo de ella, pasando por el hueco y luego pasa por detrás de la pantalla derecha, supone que lo que ve es un único objeto.

Un tercer principio es que los objetos son cohesivos. Los niños se sorprenden cuando una mano toma lo que parece ser un objeto, pero una parte de él se queda donde está.

Un cuarto principio es que los objetos se mueven entre sí sólo por contacto, sin que medie ninguna acción a distancia. Después de ver repetidamente un objeto que pasa por detrás de una pantalla y otro objeto que salta de pronto, los bebés esperan ver cómo uno lanza al otro como bolas de billar. Se sorprenden cuando la pantalla revela que una bola se para de pronto y la segunda salta y sale disparada.

De esta manera, los bebés de tres y cuatro meses ven objetos, los recuerdan y esperan de ellos que obedezcan a las leyes de la continuidad, la cohesión y el contacto cuando se mueven. Los bebés no se quedan tan en blanco como James, Piaget, Freud y otros pensaban. Tal como el psicólogo David Geary ha dicho, «la confusión que florece y rumorea» de James es una buena descripción de la vida de los *padres*, no del niño. El descubrimiento también echa por tierra la sugerencia según la cual los bebés evitan que el mundo dé vueltas por medio de la manipulación de objetos, moviéndose a su alrededor y hablando con ellos o escuchando lo que les dicen. Los bebés que tienen tres meses apenas pueden orientarse, ver, tocar y asir, por no decir nada de manipular, caminar, hablar y entender. No pueden haber aprendido nada a través de las técnicas clásicas de la interacción, la retroalimentación y el lenguaje. No obstante, comprenden sabiamente un mundo estable y válido^[21].

Pero los padres orgullosos de sus hijos deberán aún aguardar armándose de paciencia antes de llamar al servicio de admisiones del MIT. Los pequeños tienen cierta noción, en el mejor de los casos, de la gravedad. Se *sorprenden* cuando la mano empuja una caja que estaba colocada encima de una mesa —en parte tapada por una pantalla— y queda como «suspendida» en el aire, pero un leve contacto con el borde de la mesa o un toque con las yemas de los dedos les basta para actuar como si tal

cosa. Además, no se sienten desconcertados cuando se retira la pantalla y revela a un objeto que cae tras haber desafiado a la gravedad quedándose en reposo en el aire. Tampoco se quedan perplejos cuando una bola pasa rodando por encima de un gran agujero practicado en una mesa sin caer por él. Los niños tampoco tienen todavía una noción exacta de la inercia. Por ejemplo, no se preocupan cuando ven que una pelota va hacia un extremo de una caja que está tapada, desaparece y, luego, se les muestra que ha terminado justo en el otro extremo.

Pero, entonces, el dominio que tienen los adultos de la gravedad y la inercia tampoco es tan firme. Los psicólogos Michael McCloskey Alfonso Caramazza y Bert Green preguntaron a estudiantes de los primeros cursos de la facultad qué sucedería al salir una pelota de un tubo curvo o si una bola que da vueltas atada a una cuerda era soltada. Una amplia y abrumadora mayoría, entre ellos muchos de los que habían hecho física, sugirieron que seguiría una trayectoria curva. (La primera ley de Newton afirma que un objeto que se mueve, sigue haciéndolo en línea recta a menos que actúe sobre él una fuerza). Los estudiantes explicaron que el objeto adquiere una «fuerza» o «momento» (algunos, recordando la jerga pero no el concepto, lo denominaron «momento angular»), que la impulsa a seguir una curva hasta que el momento se acaba y la trayectoria se endereza. Aquellas creencias expresadas por los estudiantes tienen su origen en la teoría medieval según la cual al mover un objeto se le imprime un «ímpetu» que mantiene el movimiento del objeto y que se disipa de forma gradual.

Estos garrafales errores provienen de la teorización consciente; no son lo que las personas están preparadas para ver. Cuando ven su respuesta improvisada como si fuese una animación por ordenador, se echan a reír como si estuvieran viendo una de aquellas historietas del Coyote que, al intentar dar caza al Correcaminos, queda suspendido sobre un precipicio y cae irremediamente al fondo. Con todo, los falsos conceptos cognitivos están profundamente arraigados. Lanzo una pelota al aire en línea recta. Después de que salga de mi mano, ¿qué fuerzas actúan sobre ella en su trayectoria ascendente, en el momento más alto y en la trayectoria de caída? Resulta casi imposible abstenerse de pensar respectivamente que el «momento» impulsa la pelota hacia arriba contra la fuerza de la gravedad, luego que las fuerzas se anulan y que, finalmente, la gravedad es más fuerte y la atrae hacia abajo. La respuesta correcta es que la gravedad es la única fuerza y que se aplica durante todo el movimiento. El lingüista Leonard Talmy señala que la teoría del ímpetu impregna nuestro lenguaje. Cuando decimos que *la pelota deja de correr porque el viento sopla contra ella*, construimos mentalmente la pelota como si tuviera una tendencia innata al reposo. Cuando decimos, por ejemplo, *la regla mantuvo el lápiz sobre la mesa*, estamos imbuyendo al lápiz de una tendencia al movimiento, por no decir que nos reímos de la tercera ley de Newton. Talmy, al igual que muchos científicos cognitivos, cree que los conceptos derivan del lenguaje y no al revés^[22].

Cuando se trata de movimientos aún más complicados, incluso la percepción nos falla. Los psicólogos Dennis Proffitt y David Gilken plantearon unas preguntas sencillas acerca de peonzas que dan vueltas, ruedas que corren pendiente abajo, bolas que colisionan y desplazamientos arquimídeos de cuerpos en recipientes con agua. Aun en el caso de plantearla pregunta a profesores de física, éstos apuntaban respuestas erróneas si no se les permitía jugar con ecuaciones sobre el papel. (Si se les permitía, se pasaban un cuarto de hora trabajándolas y luego anunciaban que el problema era «trivial»). En lo que a estos movimientos respecta, las videoanimaciones de acontecimientos imposibles parecen bastante naturales. En realidad, los sucesos posibles parecen no naturales: una peonza que da vueltas, que se ladea sin caer, es un objeto maravilloso para todos nosotros, incluso para los físicos^[23].

No es sorprendente averiguar que la mente es no-newtoniana. Los movimientos idealizados de la mecánica clásica son visibles sólo en puntos de masa perfectamente elásticos que se mueven en el vacío, por planos sin frotamiento. En el mundo real, en cambio, las leyes de Newton se ven turbadas con frotamientos causados por el aire, el suelo y las propias moléculas de los objetos. El hecho de que el roce ralentice toda cosa que se mueve y que los objetos se mantienen estacionarios en el lugar que ocupan, hace que sea natural concebir los objetos como si tuvieran una tendencia inherente al reposo. Tal como los historiadores de la ciencia han señalado, sería difícil convencer a un europeo de la Edad Media que estuviera esforzándose en sacar el carro de bueyes del barro, de que un objeto en movimiento mantiene una velocidad constante y describe una línea recta a menos que sobre él actúe una fuerza externa. Los movimientos complejos como el de una peonza y el de una rueda tienen, además, una desventaja añadida: dependen de máquinas que, desde un punto de vista evolutivo, no tienen precedentes con fricciones despreciables, y sus movimientos están regidos por complejas ecuaciones que relacionan muchas variables a la vez; nuestro sistema perceptivo sólo puede tratarlas una a una y ello aun en circunstancias óptimas.

Por tanto, aun el más sesudo bebé tiene mucho que aprender. Los niños crecen en un mundo de arena, velero, goma, bolas locas, globos de goma, semillas de dientes de león, bumeranes, mandos a distancia del televisor, objetos suspendidos por un sedal casi invisible y un sinfín de otros objetos cuyas propiedades idiosincrásicas superan las predicciones genéricas de las leyes de Newton. La precocidad que los niños muestran en el laboratorio no les absuelve de aprender acerca de los objetos, más bien hace posible el aprendizaje. Si los niños no tallasen el mundo en objetos, o si estuvieran preparados para creer que los objetos pudiesen desaparecer mágicamente y reaparecer en cualquier otra parte, no tendrían donde anclar sus descubrimientos de la pegajosidad, la esponjosidad, la blandura, etcétera. Tampoco podrían desarrollar las intuiciones captadas en la teoría de Aristóteles, la teoría del ímpetu, la teoría de Newton o la teoría del Coyote (Correcaminos). Una física intuitiva relevante para

nuestro mundo de tamaño intermedio entre lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño, tiene que referirse a la materia que dura y a sus movimientos legítimos, y los niños ven el mundo en esos términos desde el principio.



Veamos ahora la trama de una película. Un protagonista lucha por conseguir una meta. Un antagonista interfiere. Gracias a la ayuda de un colaborador, el protagonista finalmente alcanza lo que buscaba. Este filme no presenta a un héroe de capa y espada que es ayudado por un interés romántico para frustrar a un ruin villano. Sus estrellas son tres puntos. Un punto se mueve a cierta distancia hacia arriba por una línea inclinada, luego hacia abajo y de nuevo hacia arriba, hasta que se sitúa casi en lo alto. Otro punto colisiona bruscamente con el primero y lo mueve de nuevo hacia abajo. Un tercero lo toca suavemente y se mueve conjuntamente con él hasta lo alto de la pendiente. Resulta imposible no ver al primer punto como si *intentara* subir a lo alto de la cuesta, al segundo como si se lo *impidiera* y al tercero como si le *ayudara* a conseguir su meta.

Los psicólogos sociales Fritz Heider y M. Simmel fueron los autores de esta trama. Al igual que muchos psicólogos del desarrollo, concluían que las personas interpretamos ciertos movimientos no como casos especiales en nuestra física intuitiva (tal vez como objetos elásticos sobrenaturales), sino como un tipo de entidad por completo diferente. Construimos determinados objetos como agentes animados. Los agentes son reconocidos como tales por su capacidad de infringir la física intuitiva al ponerse en marcha, parar, torcerse y acelerarse sin que medie algo externo, sobre todo cuando se acercan de forma persistente o evitan ciertos otros objetos. Se considera que los agentes tienen una fuente interna y renovable de energía, de fuerza, de ímpetu o de atracción sexual, que utilizan para impulsarse, en general, para cumplir con una meta^[24].

Estos agentes son animales entre los que, desde luego, se incluye a los seres humanos. La ciencia nos dice que siguen leyes de la física, al igual que lo hace cualquier otra materia en el universo, pero con la diferencia de que precisamente esta materia en movimiento consta de pequeñas y diminutas moléculas en los músculos y el cerebro. Pero fuera del laboratorio de neurofisiología, los pensadores por lo común han de asignarlas a una categoría diferente de causas incausadas.

Los niños dividen muy pronto el mundo en lo animado y lo inerte. Los bebés de tres meses se sienten desconcertados por un rostro que de repente se queda inmóvil y, en cambio, no por un objeto que súbitamente deja de moverse. Intentan hacer que los objetos se les acerquen empujándolos, en cambio intentan atraer a las personas hacia sí haciendo ruido. A los seis o siete meses, los bebés distinguen entre cómo las manos actúan sobre los objetos y cómo otros objetos actúan sobre objetos. Tienen expectativas opuestas acerca de qué hace a las personas moverse y qué hace que los

objetos se muevan: los objetos se lanzan unos a otros por colisiones; las personas se ponen en movimiento y se paran por sí mismas. A los doce meses, los bebés interpretan los dibujos animados de puntos que se mueven como si los puntos se movieran en función de metas. Por ejemplo, los bebés no se sorprenden cuando un punto que salta una barrera en su trayectoria hacia otro punto sale disparado una vez eliminada la barrera. Los niños de tres años describen dibujos animados con puntos en gran medida como lo hacemos nosotros, y no tienen dificultad en distinguir entre cosas que se mueven por sí mismas, como los animales, y cosas que no, como las muñecas, las estatuas y las figuras que representan animales reales^[25].

Las intuiciones acerca de agentes autopropulsados coinciden en parte con otros tres modos principales de conocimiento. La mayoría de los agentes son animales, y los animales, al igual que las plantas y los minerales, son categorías que percibimos como dadas por la naturaleza. Algunas cosas que se autopropelen, como los coches y las muñecas que andan, son artefactos. Y muchos agentes no se limitan a enfocar y evitar metas, sino que representan creencias y deseos, es decir, están dotados de mentes. A continuación examinaremos cada uno de ellos.



Cabe afirmar, sin hacer distinciones, que somos buenos biólogos aficionados. Disfrutamos al examinar animales y plantas, al clasificarlos en grupos que los biólogos reconocen, al predecir sus movimientos y ciclos de vida así como al usar los jugos como medicinas, venenos, condimentos y drogas de evasión. Estos talentos, los cuales nos han adaptado al nicho ecológico, proceden de un modo de comprender el mundo denominado biología popular, aunque el término «historia natural tradicional» sería más apto. Tenemos determinadas intuiciones acerca de las clases naturales — más o menos, los tipos de cosas que es posible encontrar en un museo de historia natural, como animales, plantas y minerales— que no se aplican a artefactos, como las cafeteras, ni a tipos estipulados directamente por reglas como, triángulos o primeros ministros^[26].

¿Cuál es la definición de *león*? El lector podría decir, por ejemplo, «un felino grande y fiero que vive en África». Pero supongamos que el lector se enterase de que hace una década los leones fueron cazados hasta tal extremo que se extinguieron en África y sólo sobreviven en los zoológicos norteamericanos. Supongamos, además, que los científicos descubrieran que los leones no eran de forma innata bestias feroces, sino que negaron a convertirse en ese tipo de seres al criarse en una familia disfuncional mientras, en otros casos, crecían y eran como Bert Lahr en *El maga de Oz*. Supongamos, así mismo, que finalmente resultara que los leones ni siquiera fueran ya felinos. En mi infancia tuve una maestra que insistía en afirmar que, en realidad, los leones pertenecían a la familia de los perros, y aunque estaba equivocada, porfía haber estado en lo cierto, en el sentido de que las ballenas, por

ejemplo, resultaron ser mamíferos y no peces. Con todo, si este experimento imaginario resultara ser cierto, probablemente el lector sentiría que estos «mansos perros norteamericanos» serían todavía en realidad leones, aun cuando ni tan sólo una palabra sobreviviera de la definición al principio sugerida. Los leones simplemente *no tienen* definiciones^[27].

Ni tan sólo son identificados por la imagen de un león que ilustra en el diccionario la definición de la palabra. Un león mecánico que fuera idéntico al ser vivo no pasaría por auténtico, y por otro lado, cabe imaginar la cría de un león rayado que si bien se asemejaría más a un tigre, todavía contaría como un león.

Los filósofos afirman que el significado de un término del mundo natural proviene de la intuición de un rasgo oculto o esencia que los miembros de la clase comparten entre sí y con los primeros ejemplos a los que se aplica el término. Las personas no precisan conocer qué es la esencia, sólo que hay una. Algunas personas probablemente piensan que la «leonez» —si se nos permite el uso absurdo del término para designar aquello que hace al león ser león— se halla en la sangre; otras musitarán algo acerca del ADN y otras no tendrán ni remota idea, pero sentirán que todos los leones la tienen, sea lo que ésta sea, y la transmiten a su descendencia. Aun cuando se conozca una esencia, ésta no es una definición. Los químicos, por ejemplo, nos dicen que el oro es una materia cuyo número atómico es el 79, que como esencia es tan buena como cualquier otra. Pero si hubieran cometido un error de cálculo y resultara que el oro tuviera el número 78 y el platino el 79, no pensaríamos que la palabra *oro* ahora se refiere a *platino* ni experimentaríamos un gran cambio en el modo de pensar el oro. Comparemos ahora estas intuiciones con las sensaciones que tenemos de los artefactos como, por poner sólo un caso, las cafeteras. Las cafeteras son recipientes para hacer café. La posibilidad misma de que todas las cafeteras tuvieran una esencia que algún día los científicos descubrirían o que nos hubiésemos equivocado siempre acerca de las cafeteras porque, en realidad, eran recipientes para hacer té, daría de sí como argumento para una excelente interpretación del *Circo Volante* de los Monty Python.

Si la intuición directriz que se halla detrás de la física popular es el objeto sólido continuo, y la intuición directriz que hay detrás de la animación es una fuente interna y renovable de atracción sexual, entonces la intuición directriz que se halla detrás de los seres naturales es una esencia oculta. De la biología popular se dice que es esencialista. La esencia tiene algo en común con la atracción que faculta los movimientos de los animales, pero también se percibe en ella que da forma al animal, dirige su crecimiento y orquesta sus procesos vegetativos como la respiración y la digestión. Y desde luego hoy en día sabemos que este *élan vital* es, en realidad, sólo una diminuta cinta de datos y una fábrica química situada en el interior de cada célula.

Las intuiciones de las esencias se remontan lejos en el tiempo y el espacio. Ya en tiempos anteriores a Darwin, el sistema de clasificación propuesto en el siglo XVIII

por Linneo y utilizado por los naturalistas profesionales estaba guiado por una noción acerca de cuáles eran las categorías adecuadas que no estaban basadas en la semejanza, sino en la estructura invisible. Los pavos y las pavas reales, por ejemplo, se calificaban como el mismo animal, como lo eran la oruga y la mariposa en la que aquella se convertía finalmente. Algunos animales semejantes —las mariposas monarca y virrey, los ratones y las musarañas— eran colocados en grupos distintos dada la existencia de sutiles diferencias en su estructura interna o en sus formas embrionarias. La clasificación era jerárquica: cada ser vivo pertenecía a una especie, cada especie pertenecía a un género, y así sucesivamente remontándose en orden ascendente y pasando por familias, clases, órdenes y *phylum* (tipo) hasta llegar a los reinos animal y vegetal, todos ellos taxones del árbol de la vida. Una vez más, vale la pena comparar este sistema taxonómico con la clasificación de los artefactos, como por ejemplo las cintas de un videoclub. En efecto, las cintas pueden disponerse según el género, como dramas y musicales, según el período, como estrenos y clásicos, según el orden alfabético, según el país de origen o según diversas clasificaciones cruzadas como, por citar una, nuevas cintas extranjeras o musicales clásicos. Al final, no queda más remedio que concluir la inexistencia de un árbol único de las cintas de vídeo que sea el correcto.

Los antropólogos Brent Berlín y Scott Atran han descubierto que las taxonomías populares en todas las partes del mundo funcionan del mismo modo en que lo hace un árbol linneano. Por ejemplo, hay tribus que agrupan todas las plantas y animales locales en tipos que corresponden al taxón «género» que utiliza el biólogo. Dado que, en general, hay sólo una especie por género en una localidad, sus categorías generalmente se equiparan así mismo con la «especie» utilizada por el biólogo. Cada uno de los géneros populares pertenece a una única «forma de vida», como por ejemplo, mamíferos, aves, setas, hierbas, insectos o reptiles. Las formas de vida son a su vez o animales o vegetales. Solemos restar importancia a las apariencias cuando se tiene que clasificar a los seres vivos, como, sucede al poner juntos las ranas y los renacuajos. Utilizamos más las clases para razonar acerca del modo en que funcionan los animales, como cuando se trata de saber qué animal se aparea con qué otro.

Uno de los mejores argumentos de Darwin en favor de la evolución era que explica la razón por la cual los seres vivos son agrupados jerárquicamente. El árbol de la vida es un árbol de *familia*, genealógico. Los miembros de una especie parecen compartir una esencia porque descienden de un antepasado común que la transmitió. Las especies forman grupos dentro de grupos porque divergen de antepasados comunes aún más remotos en el tiempo. Los rasgos embrionarios e internos son criterios más sensibles que la apariencia superficial porque reflejan mejor el grado de interrelación^[28].

Darwin tuvo que enfrentarse al esencialismo intuitivo de sus contemporáneos porque, llevado a su extremo, implicaba que las especies no podían cambiar. Para el esencialista, un reptil tiene una esencia de reptil y no puede evolucionar y convertirse

en un ave, del mismo modo en que tampoco el número siete puede evolucionar y ser un número par. En una época tan reciente como era la década de 1940, el filósofo Mortimer Adler argumentó que así como no hay ningún triángulo que tenga tres lados y medio, no hay nada intermedio entre un animal y un ser humano, y que, por tanto, los seres humanos no podían haber evolucionado. En cambio, Darwin señaló que las especies eran poblaciones y no tipos ideales, con miembros que pueden variar y que en el pasado podían haberse transformado gradualmente en formas intermedias^[29].

En la actualidad, hemos ido a parar al otro extremo, y en el mundo académico moderno, «esencialista» es lo peor que se le puede llamar a alguien. En el ámbito de las ciencias, esencialismo es un equivalente de creacionismo. En el ámbito de las humanidades, la etiqueta implica que la persona suscribe las creencias insanas como, por ejemplo, que los sexos no son algo que se construye socialmente, que las emociones humanas son universales, que existe un mundo real, etcétera. Y en el dominio de las ciencias sociales, «esencialismo» se une a las etiquetas «reduccionismo», «determinismo» y «reificación» como término que designa el abuso en el que incurre todo aquel que intenta explicar el pensamiento y la conducta humanos en lugar de describirlos. En mi opinión, es un hecho desafortunado que «esencialismo» se haya convertido en un epíteto, porque en el fondo alude sólo a la curiosidad humana ordinaria que intenta averiguar qué es lo que hace que las cosas naturales funcionen. El esencialismo se halla detrás del éxito de la química, de la psicología y de la genética y, aún hoy, los biólogos profesan de forma rutinaria la herejía esencialista cuando trabajan, en el Proyecto del Genoma Humano (aun cuando cada individuo tiene un genoma diferente) o empiezan la *Anatomía de Gray* (excelente compendio de anatomía y fisiología humanas, aun cuando saben que los cuerpos son distintos).

Ahora bien, ¿cuan enraizado está el pensamiento esencialista? Los psicólogos Frank Keil, Susan Gelman y Henry Wellman han retomado los experimentos imaginarios de los filósofos acerca de los tipos naturales y los experimentaron con niños. Los psicólogos tomaron un tigre, blanquearon su piel, le cosieron una melena y les preguntaron a los niños si era un león o un tigre. Los niños de siete años dijeron que aún era un tigre, pero los de cinco años afirmaron que, entonces, era un león. Este hallazgo, si se cree a pies juntillas, sugiere que los niños mayores son esencialistas con los animales, mientras que los más jóvenes no. (Por otro lado, en ninguna edad los niños se muestran esencialistas con los artefactos, si hacemos que una cafetera parezca un comedero para aves, los niños, al igual que los adultos, dirán que es precisamente un comedero para aves).

Con todo, al hacer una comprobación más profunda, se pueden encontrar pruebas de intuiciones esencialistas en preescolares acerca de los seres vivos. Los niños de cinco años niegan que un animal pueda franquear la frontera más profunda que lo separa de las plantas o los artefactos. Por ejemplo, afirman que un puerco espín que parezca haberse convertido en un cactus o un cepillo para el cabello, de hecho no lo

es. Y los preescolares piensan que una especie puede convertirse en otra sólo si la transformación afecta a una parte permanente de la constitución del animal y no sólo cuando altera su apariencia. Por ejemplo, niegan que un disfraz de león convierta a un tigre en un león. Afirman, en cambio, que si le sacamos las vísceras a un perro, el envoltorio que permanece, aunque parezca un perro, no es un perro y no puede ladrar o comer comida para perros. En cambio, si eliminamos el exterior de un perro y dejamos una cosa que no se parece a un perro en absoluto, para los niños es aún un perro y hace cosas de perro. Los preescolares llegan a tener, además, una somera noción de la herencia. Cuando se les cuenta que un cochinito ha sido criado por vacas, saben que gruñirá como un cerdo y no mugirá como una vaca.

Los niños no ordenan simplemente los animales como si fueran cromos de fútbol, sino que utilizan sus categorías para razonar sobre cómo funcionan los animales. En cierto experimento, a niños de tres años de edad se les mostraron imágenes de un flamenco, un mirlo y un murciélago que parecía un mirlo. Se les dijo además que los flamencos alimentan a sus pequeños con comida que previamente han triturado, mientras que los murciélagos alimentan a sus bebés con leche, y se les preguntó sobre cómo pensaban que los mirlos alimentaban a sus crías. Sin disponer de más información, los niños se apoyaron en las apariencias y dijeron que los mirlos, al igual que los murciélagos, les daban leche. En cambio, cuando se les decía que los mirlos eran aves, los niños pensaban de ellos que funcionaban como los flamencos, a pesar de su apariencia diferente, y sugerían que los mirlos daban también a sus crías comida triturada^[30].

Los niños tienen así mismo una noción de que las propiedades de un ser vivo tienen su razón de ser en el hecho de mantenerlo vivo y ayudarlo a funcionar. Los de tres años dicen que una rosa tiene espinas porque eso ayuda a la rosa, pero, en cambio, no que el alambre de espinos tenga espinas para ayudar al alambre. Afirman que las pinzas son buenas para la langosta, pero no que las pinzas sean buenas para las tenazas. Este sentido de la aptitud o adaptación no es sólo una confusión entre necesidades psicológicas y funciones biológicas. Los psicólogos Giyoo Hatano y Kayoko Inagaki han demostrado que los niños tienen una noción clara de que los procesos corporales son involuntarios. Saben que un niño no puede digerir la cena más rápido para hacer sitio al postre, ni puede engordarse con sólo desearlo^[31].

El esencialismo, ¿es algo que se aprende? Los procesos biológicos son demasiado lentos y ocultos para que puedan ser mostrados a un bebé aburrido, pero hacer pruebas con bebés es sólo un modo de demostrar el conocimiento en ausencia de experiencia. Otro consiste en medirla fuente de la experiencia misma. Los niños de tres años no han recibido clases de biología, y tienen contadas oportunidades de experimentar con las entrañas o lo que es heredable en los animales. Todo cuanto hayan aprendido de las esencias, presumiblemente proviene de sus padres. Gelman y sus estudiantes analizaron más de cuatro mil oraciones que las madres dicen a sus hijos sobre animales y artefactos. Los padres prácticamente nunca hablan de entrañas,

orígenes o esencias, y las pocas veces que lo hacen, se refiere a las partes interiores de los artefactos. Los niños son esencialistas sin que en ello medie la ayuda de sus padres.



Con el ser humano llegan los artefactos. Elaboramos herramientas y a medida que evolucionamos, son nuestros útiles los que nos hacen a nosotros. Los bebés de un año de edad quedan fascinados con lo que los objetos pueden hacer para ellos. Manosean de forma obsesiva palancas y palos que sirven para empujar, trapos y cuerdas que sirven para arrastrar, así como soportes que mantienen las cosas en pie. Tan pronto como podemos verificar el uso que hacen de los instrumentos, alrededor de los dieciocho meses, los niños demuestran comprender que los útiles tienen que entrar en contacto con el material que manipulan, y que la rigidez y la forma de una herramienta son más importantes que su color u ornamentación^[32]. Algunos pacientes con lesiones cerebrales, no pueden nombrar objetos naturales pero, en cambio, pueden nombrar artefactos, o viceversa, sugiriendo con ello que los artefactos y los tipos naturales puede que incluso se almacenen de modo diferente en el cerebro^[33].

¿Qué es un artefacto? Un artefacto es un objeto apropiado para alcanzar un cierto fin que una persona se propone usar para alcanzar dicho fin. La mezcla de mecánica y psicología hace de los artefactos una categoría extraña. Los artefactos no pueden ser definidos por su forma o constitución, sino sólo por aquello que pueden hacer y por aquello que alguien, en algún lugar, quiere que hagan. Una tienda de mi barrio vende sólo sillas, pero su inventario es tan variado como el de unos grandes almacenes. Tiene butacas, sillas de mesa con respaldos altos, butacas reclinables, almohadones, tirantes elásticos y varillas dispuestas en el asiento, hamacas, pufes, cubos de madera, sillas de plástico duro y pufes cilíndricos de goma espuma. Los denominamos a todos ellos sillas, porque están diseñados para que la gente se siente en ellos. Un tocón o el pie de un elefante pueden convertirse en un asiento si alguien decide usarlos como tales. Probablemente en algún lugar de los bosques y las selvas del mundo haya un nudo de ramas que misteriosamente se asemeje a una silla. Pero como aquel árbol proverbial que al caer no hace ningún ruido, no hay silla hasta que alguien decide tratarla como tal. Los niños con los que trabajó Keil, que convertían alegremente cafeteras en comederos para aves, tuvieron esa misma idea.

Un físico o geómetra extraterrestre, a menos de que tuviera nuestra psicología, quedaría desconcertado por algunas de las cosas que pensamos que existen en el mundo, cuando estas cosas son de hecho artefactos. Chomsky señala que podemos decir que el libro que está escribiendo John pesará dos kilos cuando sea publicado: «el libro» es tanto un flujo de ideas en la cabeza de John como un objeto dotado de masa. Hablamos de una casa que ha quedado reducida a cenizas y es reconstruida,

como si de algún modo, se trata de la misma casa. Consideremos, por ejemplo, qué clase de objeto tiene que ser una «ciudad», dado que podemos decir, pongamos por caso, *Londres es tan triste, fea y contaminada que debería ser destruida) reconstruida a un centenar de kilómetros de su actual emplazamiento.*

Cuando Atran afirmó que la biología popular refleja la biología profesional, fue criticado porque las categorías populares como «verdura» y «animal doméstico» no encajan en ningún taxón de la clasificación linneana. A ello replicó que se trataba de artefactos, es decir, no sólo son definidos por las necesidades a las que atienden (comida sabrosa y succulenta; dóciles compañeros), sino que son, de un modo bastante literal, productos humanos. Milenios de cultivo selectivo han creado los cereales a partir de la hierba y las zanahorias a partir de una raíz. Basta con pensar en los grupos de caniches franceses que vagan por los parques en primavera para que nos demos cuenta de que casi todos los animales domésticos son también creaciones humanas^[34].

Daniel Dennett propone que la mente adopta una «posición de diseño» cuando trata con artefactos, complementando su «posición física» para los objetos como, por ejemplo, las rocas, con su «posición intencional» para la mente. En la posición de diseño, uno imputa una intención real a un diseñador real o hipotético. Algunos objetos son tan adecuados para obtener un resultado improbable que la atribución es sencilla. Tal como Dennett los describe: «Pocas dudas caben acerca de qué es un hacha o para qué sirve un teléfono; difícilmente nos es preciso consultar la biografía de Alexander Graham Bell para buscar las pistas de lo que tenía en mente». Otros objetos, en cambio, están notoriamente abiertos a interpretaciones rivales, como las pinturas y las esculturas, que a veces están *diseñadas* para tener un propósito inescrutable. Otros aun, como el grupo de piedras de Stonehenge o un ensamblaje de ruedas dentadas encontrado en un barco hundido, probablemente tienen una función, aunque no sabemos cuál es. Los artefactos, dado que dependen de las intenciones humanas, están sujetos a interpretación crítica como si fueran obras de arte, una actividad a la cual Dennett denomina «hermenéutica del artefacto»^[35].



Y ahora llegamos al modo en que la mente conoce otras mentes. Todos somos psicólogos y analizamos las mentes, no sólo para seguir las intrigas de una comedia de enredo, sino para comprender las acciones humanas más simples.

El psicólogo Simón Baron-Cohen nos lo hace ver con una historia. María entró en el dormitorio, recorrió la habitación y salió. ¿Cómo lo explicamos? Tal vez, diríamos, María iba buscando algo que quería encontrar y pensó que estaba en el dormitorio. Tal vez, diríamos, María oyó algo en el dormitorio y quiso saber qué había hecho el ruido. O bien, diríamos quizá que María había olvidado a dónde iba, quizá en realidad quería bajar las escaleras. Con todo, ciertamente no diríamos que María simplemente

hace lo mismo cada día a la misma hora: entra en el dormitorio, lo recorre y sale de nuevo. Sería innatural explicar un comportamiento humano en el lenguaje fisicista del tiempo, la distancia y la masa, y sería, además, erróneo; si volviéramos a observarla al día siguiente para verificar la hipótesis, seguramente veríamos que está equivocada. Nuestra mente explica el comportamiento de otra persona por sus creencias y sus deseos, porque el comportamiento de las otras personas está de hecho causado por sus creencias y deseos. Los conductistas estaban equivocados, y todo el mundo intuitivamente lo sabe.

Los estados mentales son invisibles e ingrátidos. Los filósofos los definen como «una relación entre una persona y una proposición». La relación es una actitud como «cree que», «desea que», «espera que», «pretende que». La proposición es el contenido de la creencia, algo muy somero como el significado de una oración, por ejemplo, *María encuentra las llaves, o Las llaves están en el dormitorio*. El contenido de una creencia mora en un reino diferente al de los hechos del mundo. La oración *Hay unicornios que pacen en el campus de Cambridge* es falsa; en cambio, *John piensa que hay unicornios paciendo en el campus de Cambridge* podría muy bien ser cierta. Para adscribir una creencia a alguien, no sólo pensamos un pensamiento de un modo ordinario, o de lo contrario no seríamos capaces de aprender que John cree en los unicornios sin creer nosotros mismos en ellos. Debemos tomar un pensamiento, colocarlo aparte y entre comillas como una cita mental, y pensar: «Eso es lo que Juan piensa» (o quiere, o espera, o supone). Además, cualquier cosa que podemos pensar es también algo que podemos pensar que alguien más piensa (María sabe que John piensa que hay unicornios...). Estos pensamientos dentro de pensamientos como si fueran las distintas capas de una cebolla requieren una arquitectura computacional especial (véase **capítulo 2**) y, al comunicarlos a otros, la gramática recursiva propuesta por Chomsky y que tuve oportunidad de exponer en *El instinto del lenguaje*^[36].

A nosotros mortales, no nos es posible adivinar directamente la mente de las otras personas. Con todo, sacamos buenas conjeturas a partir de lo que nos dicen, de lo que leemos entre líneas, de lo que muestran en su rostro y en su mirada, y de lo que mejor explica su comportamiento. Éste es el talento más notable de nuestra especie. Después de leer el capítulo que dedicamos a la visión, si el lector se queda fascinado de que lleguemos incluso a reconocer un perro, piense ahora qué comporta reconocer a un perro, por ejemplo, en una pantomima donde el mimo saca a pasear uno invisible.

Pero de algún modo, los niños lo hacen. Las habilidades que se hallan detrás de la adivinatoria lectura de la mente son ejercitadas primero en la cuna. Los bebés de dos meses miran fijamente a los ojos; los de seis meses saben cuándo están mirando fijamente de nuevo; cuando tienen un año de edad los bebés miran aquello que sus padres están mirando fijamente y miran a los ojos de un padre cuando no están seguros de por qué hace algo. Entre los dieciocho y los veinticuatro meses, los niños

empiezan a separar los contenidos de las mentes de otras personas de sus propias creencias. Hacen resaltar esa habilidad con un hito aparentemente sencillo: fingiendo. Cuando un pequeño juega con su madre que le dice que el teléfono hace ring y le acerca un plátano, el niño separa los contenidos de su simulación (el plátano es un teléfono) de los contenidos de su propia creencia (el plátano es un plátano). Los niños de dos años de edad utilizan verbos mentales como *ver* y *querer*, y los de tres años utilizan verbos como *pensar*, *saber* y *recordar*. Saben que alguien que mira, por lo general, quiere lo que está mirando y comprenden la idea de «idea». Por ejemplo, saben que no podemos comer el recuerdo de una manzana y que una persona puede decir qué hay en una caja con sólo mirar dentro de ella.

A la edad de cuatro años, los niños pasan una prueba de conocimiento muy estricta en relación a otras mentes: pueden atribuir a otros creencias que ellos mismos saben que son falsas. En un experimento característico, los niños abren una caja de chokolatinas Smarties y se sorprenden de encontrar lápices dentro. (Las Smarties, explican los psicólogos británicos al público norteamericano, son como las M&M, sólo que mejores). Entonces se pregunta a los niños qué esperarían encontrar una persona que entrara en la habitación. Aunque los niños saben que la caja contiene lápices, aíslan el conocimiento, se ponen en el sitio del recién llegado y dicen: «chokolatinas». A los niños de tres años les cuesta más mantener al margen su conocimiento, e insisten en que el recién llegado espera encontrar lápices en la caja de golosinas. Pero es improbable que carezcan de la idea misma de la existencia de otras mentes; cuando la respuesta errónea se hace menos fascinante, o los niños se ven inducidos a pensar de un modo un poco más riguroso, atribuyen también falsas creencias a los demás. Los mismos resultados se han obtenido en los diferentes países donde se ha realizado esta prueba a los niños^[37].

El pensamiento de que existen otras mentes llega de un modo tan natural que casi parece ser una parte integrante de la inteligencia misma. ¿Podemos imaginarnos incluso qué sería pensar que las otras personas no tienen mentes? La psicóloga Alison Gopnik se imagina que sería así:

En la parte superior de mi campo visual se halla la punta borrosa de una nariz, enfrente unas manos que gesticulan... A mi alrededor se arrellanan, sobre las sillas, bolsas de piel revestidas de ropas; cambian y sobresalen de formas inesperadas. ... Dos manchas oscuras cerca de la parte superior de esos sacos giran sin parar de acá para allá. Un agujero bajo esas manchas se llena de comida y de su interior sale un flujo de ruidos.

... Las ruidosas bolsas de piel de repente [se mueven] hacia mí y sus ruidos [se hacen] más fuertes sin que tenga ni idea del porqué...^[38]

Baron-Cohen, Alan Leslie y Uta Frith han propuesto que existen personas que realmente piensan así. Son las personas que denominamos auristas.

El autismo afecta a un niño de cada mil. De ellos se dice que «se han metido dentro de su concha y viven dentro de sí mismos». Cuando se les lleva al interior de una habitación, no atienden a las personas y van directamente a los objetos. Cuando

alguien les tiende una mano, juegan con ella como si se tratara de un juguete mecánico. Los muñecos de peluche y los muñecos de animales tienen poco interés para ellos, y prestan poca atención a sus padres y no responden cuando se les llama. En público, tocan, huelen y tratan a las personas como si fueran muebles. No juegan con otros niños. Con todo, las habilidades intelectuales y perceptivas de algunos niños autistas son legendarias (sobre todo, desde la interpretación que de un autista hiciera Dustin Hoffman en *Rain Man*). Algunos de estos niños aprenden las tablas de multiplicar, componen puzzles (incluso al revés), montan y desmontan aparatos, leen placas de matrícula a distancia o calculan de forma instantánea el día de la semana en que cae una fecha determinada del pasado o del futuro^[39].

Al igual que muchos estudiantes de psicología, aprendí acerca del autismo a partir de una reimpresión en el *Scientific American*, «Joey: un muchacho mecánico», del psicoanalista Bruno Bettelheim. Bettelheim explicaba que el autismo de Joey era causado por unos padres emocionalmente distantes («una madre fría como una nevera» se convertía en el término favorito) y por una temprana y rígida educación que prohibía al niño ensuciarse. Bettelheim escribió: «Resulta improbable que la calamidad que aquejaba a Joey pudiera sucederle a un niño en cualquier época y cultura, salvo en la nuestra propia». Según Bettelheim, los padres de posguerra tuvieron tantas oportunidades para proporcionar a sus hijos el bienestar material, que no disfrutaron haciéndolo y los hijos no desarrollaron la noción de valor que suponía tener las necesidades básicas cubiertas. Bettelheim afirmaba haber curado a Joey, de entrada, al dejarle utilizar un cubo de la basura como aseo. (Admitía que la terapia «comportó ciertas dificultades para sus asesores»)^[40].

Hoy en día sabemos que el autismo se produce en todos los países y clases sociales, dura toda la vida (aunque a veces se logran mejorías) y no puede ser imputado a las madres. Casi con toda seguridad tiene causas neurológicas y genéticas, aunque no han sido indicadas con precisión y concretadas. Baron-Cohen, Frith y Leslie sugieren que los niños autistas son ciegos mentales: su módulo para atribuir mentes a los demás está dañado. Los niños autistas casi nunca fingen, no pueden explicar la diferencia entre una manzana y el recuerdo de una manzana, no distinguen entre alguien que mira dentro de una caja y alguien que la toca, saben dónde mira un rostro de dibujos animados pero no adivinan que quiere lo que está mirando y no saben operar con las creencias falsas (recordemos el caso de la caja de chokolatinas Smarties). Notablemente, pasan una prueba que desde un punto de vista lógico es la misma que la tarea de la creencia falsa, pero que no versa sobre mentes. El experimentador saca al patito Rubber de la bañera y lo lleva a la cama, le toma una instantánea Polaroid y la coloca de nuevo en la bañera. Los niños normales de tres años creen que la fotografía de algún modo muestra al pato en la bañera, los niños autistas saben que no^[41].

La ceguera mental no es causada por una ceguera real, ni por un retraso mental como el síndrome de Down. Es un recordatorio vivo de que los contenidos del mundo

no existen sólo para el conocimiento, sino que tienen que ser entendidos con una maquinaria mental adecuada. En cierto sentido, los niños autistas no se equivocan: el universo no es más que materia en movimiento. La dotación «normal» de mi mente me deja atónito ante el hecho de que un micropunto en el espacio de apenas una cucharada de semen pueda producir un lugar de pensamiento y sensación, y que un coágulo de sangre o un golpe con un objeto de metal puedan acabar con él. Me engaña al darme la ilusión de que Londres, las sillas y las verduras forman parte del inventario de los objetos del mundo. Incluso los objetos mismos son un tipo de ilusión engañosa. Buckminster Fuller escribió una vez: «Cualquier cosa que haya aprendido... como “obvia”, con el tiempo pasa a ser cada vez menos obvia a medida en que uno empieza a estudiar el universo. Por ejemplo, no hay cuerpos sólidos en el universo; ni siquiera hay indicios de algo sólido. No hay continuos absolutos; no hay superficies; no hay líneas rectas».

En otro sentido, ciertamente, el mundo *si* tiene superficies y sillas, y conejos y mentes. Son como nudos y modelos, vórtices de materia y energía que obedecen a sus propias leyes y rizan el sector del espacio-tiempo en el que pasamos nuestras vidas. No son construcciones sociales ni trozos de ternera indigestada a la que Scrooge culpaba de su visión del espectro de Marley. En cambio, para una mente que no esté equipada para encontrarlos, podrían igualmente no existir en absoluto. Tal como el psicólogo George Miller lo expresara: «El supremo logro intelectual del cerebro es el mundo real.[...] Todos [los] aspectos fundamentales del mundo real de nuestra experiencia son interpretaciones adaptativas del mundo efectivamente real de la física»^[42].

Un trivium

El currículo de estudios medieval comprendía varias artes liberales, divididas en el trivio (*trivium*), de nivel más elemental (gramática, lógica y retórica) y el cuadrivio (*quadrivium*) de nivel superior (geometría, astronomía, aritmética y música). *Trivium* tiene originalmente el significado de tres vías, y por tanto significa cruce, de ahí lugar común (dado el hecho de que la gente común se situaba alrededor del cruce) y tiene, por último, el sentido de algo insignificante o inmaterial. La etimología es, en cierto sentido, adecuada: si se exceptúa la astronomía, ninguna de las artes liberales *trata de* algo. No explican las plantas o los animales ni las rocas o las personas, sino que más bien son herramientas intelectuales que pueden aplicarse a cualquier reino. Al igual que los estudiantes que se quejan de que el álgebra nunca les será de ayuda en el mundo real, nos gustaría también saber si estas herramientas abstractas son lo bastante útiles en la naturaleza para que la selección natural las haya inculcado en el cerebro. Examinemos un trivio algo modificado: lógica, aritmética y probabilidad.



«Al contrario —prosiguió Tweedledee—, si fuera así, podría ser y si fuera así, sería; pero como no es, no es. ¡Es de lógica!»

LEWIS CARROLL, *A través del espejo*

La lógica, en su sentido técnico, se refiere no a la racionalidad en general, sino al acto de deducir la verdad de un enunciado a partir de la verdad de otros enunciados basándose sólo en su forma y no en su contenido. Utilizo la lógica, cuando razono del modo siguiente: P es verdad, P implica Q, por tanto, Q es verdad. P y Q son verdad, en consecuencia P es verdad. P o Q es verdad, P es falsa, por tanto Q es verdad. P implica Q, Q es falsa, por tanto P es falsa. Puedo derivar todas estas verdades sin saber si P significa «hay un unicornio en el jardín», «Iowa cultiva soja» o «las ratas se han comido mi coche».

¿El cerebro elabora la lógica? A primera vista, y a juzgar por las notas de los estudiantes de primer ciclo en los problemas de lógica, diríamos que no es una buena señal. En una habitación hay algunos arqueólogos, biólogos y jugadores de ajedrez. Ningún arqueólogo es biólogo. Todos los biólogos son jugadores de ajedrez. ¿Qué se sigue de estas dos premisas, si es que se sigue algo? Una mayoría de estudiantes concluye que ningún arqueólogo es jugador de ajedrez lo cual no es válido. Ninguno de ellos concluye que algunos de los jugadores de ajedrez, no son arqueólogos, lo cual es válido. De hecho, una quinta parte de los estudiantes afirma que premisas no permiten sacar *ninguna* deducción válida^[43].

El teniente Spock siempre decía que los seres humanos son ilógicos. En cambio, tal como el psicólogo John Macnamara ha argumentado, la idea misma apenas es lógica. Las reglas de la lógica en su origen fueron consideradas una formalización de las leyes del pensamiento. Era una afirmación algo exagerada, pues las verdades lógicas son ciertas con independencia del modo en que la gente piense. Con todo, resulta difícil imaginar una especie que descubra la lógica si su cerebro no le diese una noción de certeza cuando se descubre una verdad lógica. Existe algo peculiarmente convincente, aun irresistible, acerca de P, P implica Q, por tanto Q. Con suficiente tiempo y paciencia, descubrimos por qué nuestros propios errores lógicos son erróneos. Llegamos a ponernos de acuerdo unos con otros acerca de qué verdades son necesarias. Y enseñamos a otros sin ejercer la fuerza de la autoridad sino de un modo socrático, haciendo que los alumnos reconozcan verdades según sus propios criterios^[44].

Seguro que las personas usan cierto tipo de lógica. Todos los lenguajes tienen términos lógicos como *no*, *y*, *mismo*, *equivalente* y *opuesto*. Los niños utilizan *no*, *y*, o así como *si*, de forma apropiada antes de cumplir los tres años, no sólo en inglés

sino en media docena de otros idiomas que han sido estudiados hasta la fecha. Las inferencias lógicas son ubicuas en el pensamiento humano, en especial, cuando entendemos el lenguaje. Éste es un ejemplo simple propuesto por el psicólogo Martin Braine:

John entró a almorzar. En el menú había un plato de sopa y ensalada, que incluía cerveza o café. Así mismo, con el plato de bistec servían un vaso de vino tinto. John escogió el plato de sopa y ensalada con café, junto con algo más para beber.

- a) ¿Se tomó John una cerveza? (Sí, No, No sabe no contesta).
- b) ¿Se tomó John un vaso de vino tinto? (Sí, No, No sabe no contesta).

Prácticamente todos deducen que la respuesta a la pregunta (a) es negativa. Nuestro conocimiento de los menús de los restaurantes nos dice que la *o* en *cerveza o café* implica «no ambas cosas», sólo una de las dos bebidas entra en el menú; si se quiere la otra, habrá que pagarla aparte. Además, que John escogió café. A partir de las premisas «no cerveza incluida y café incluido» y «sí café», derivamos «no cerveza» por deducción lógica. La respuesta a la pregunta (b) es así mismo no. Nuestro conocimiento de los restaurantes nos recuerda que la comida y las bebidas no están incluidas en el precio, a menos que sean ofrecidas de forma explícita como tales en el menú. Por tanto, añadimos la condicional «si no toma bistec, no toma vino tinto». John escogió sopa y ensalada, lo cual sugiere que no escogió el bistec; concluimos, utilizando una deducción lógica, que no se tomó el vaso de vino tinto que iba incluido con el bistec^[45].

La lógica es indispensable a la hora de inferir cosas ciertas acerca del mundo a partir de hechos fragmentarios que se aprenden a partir de otras personas a través del lenguaje o a partir de las propias generalizaciones que uno hace. ¿Por qué, entonces, parece que no hacemos caso de la lógica cuando se trata de historias como la de arqueólogos, biólogos y jugadores de ajedrez?

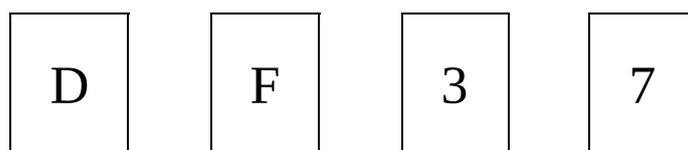
Una razón es que las palabras lógicas en lenguajes cotidianos como el inglés o el español son ambiguas y denotan a veces varios conceptos lógicos formales. La palabra española *o* puede a veces significar la conectiva lógica *O* (A o B o ambas) y a veces puede significar la conectiva lógica disyuntiva *O* EXCLUSIVA: (A o B, pero no ambas). El contexto a menudo aclara cuál es la que usa quien habla, pero en acertijos escuetos caídos del cielo, los lectores pueden hacerse conjeturas erróneas.

Otra razón es que las inferencias lógicas no pueden sacarse de grado o por la fuerza. Un enunciado verdadero puede engendrar un número infinito de nuevos enunciados verdaderos pero inútiles. De «Iowa cultiva soja», podemos derivar «Iowa cultiva soja o la vaca saltó sobre la luna», «Iowa cultiva soja y la vaca saltó sobre la luna o no saltó» y así *ad infinitum*. (Es un ejemplo del «problema de marco» que introducimos en el **capítulo 1**). A menos que tenga todo el tiempo del mundo, aun el mejor inferenciador lógico tiene que conjeturar qué implicaciones explorar y cuáles posiblemente son callejones sin salida. Algunas reglas tienen que ser inhibidas, de

modo que las inferencias válidas se perderán de forma inevitable. La conjeturación no puede provenir a su vez de la lógica; en general proviene de suponer que el hablante es un socio conversacional cooperativo que aporta información relevante y no, pongamos por caso, un abogado hostil o un catedrático de lógica que realiza un examen severo de graduación en el que intenta que uno se equivoque.

Tal vez el defecto más importante es que la lógica mental no es una calculadora de mano dispuesta a aceptar cualquier input de A y B y C. Está enredada en nuestro sistema de conocimiento acerca del mundo. Un paso particular de la lógica mental, una vez puesto en movimiento, no depende del mundo del conocimiento, sino que sus inputs y outputs son interpretados directamente en ese conocimiento. En la historia de John en el restaurante, por ejemplo, los vínculos de inferencia alternan entre el conocimiento de los menús y las aplicaciones de la lógica.

Algunas áreas del conocimiento tienen sus propias reglas de inferencia que pueden no sólo ser reforzadas, sino funcionar generando malentendidos con las reglas de la lógica. Un célebre ejemplo es el que ofreció el psicólogo Peter Wason. Wason se inspiró en el ideal del razonamiento científico del filósofo Karl Popper, según el cual una hipótesis es aceptada si los intentos para falsearla fracasan. Wason quería ver de qué modo el común de los mortales se las arregla para falsar las hipótesis. Les dijo que un juego de cartas tenía letras por un lado y números por el otro, y les pidió que verificaran la regla «si una carta tiene una D por un lado, tiene un 3 por el otro», un simple enunciado condicional P implica Q. A los sujetos se les mostraron cuatro cartas y se les pidió cuáles destaparían para ver si la regla era cierta. Inténtelo usted mismo:



La mayoría escogió o la carta de la *D* o las cartas de la *D* y del 3. La respuesta correcta es la *D* y la 7. «P implica Q» es falso sólo si P es verdad y Q es falsa. La carta del 3 es irrelevante; la regla dice que la *D* tiene el 3, no que el 3 tenga la *D*. La carta del 7 es crucial; si tuviera una *D* por su otro lado, la regla dejaría de tener validez. Sólo un cinco por ciento de los sujetos a los que se pasó esta prueba escogieron las cartas correctas. Aún las personas que han recibido clases de lógica se equivocan. (Sea dicho de paso, no es que se interprete «Si *D* entonces 3» como «Si *D* entonces 3 y viceversa». Si lo hubieran interpretado de ese modo pero, por lo demás, se hubieran comportado como lógicos, habrían dado la vuelta a *todas las cuatro* cartas). Se han visto consecuencias peores. El hombre de la calle era irracional, acientífico, propenso a confirmar sus prejuicios y no a buscar pruebas que pudiesen falsearlos^[46].

Pero cuando los áridos números y letras son sustituidos por acontecimientos del mundo real, a veces —aunque sólo a veces— nos convertimos en lógicos. Por ejemplo, supongamos que estamos al cargo de un bar y tenemos que hacer cumplir la regla «Si una persona bebe cerveza, debe tener dieciocho años o más». Podemos controlar qué bebe la gente o qué edad tiene. ¿A quién hay que controlar: a una persona que bebe cerveza, a una que bebe un refresco, a una persona de veinticinco años, a una persona de dieciséis? La mayoría seleccionará de forma correcta la que bebe cerveza y la que tiene dieciséis años. Pero la mera capacidad de concreción no basta. La regla «Si una persona come pimientos chiles, entonces bebe cerveza fría» no es más fácil de falsear que la prueba de las cartas con la *D* y el 3.

Leda Cosmides descubrió que las personas responden correctamente cuando la regla es un contrato, un intercambio de beneficios. En esas circunstancias, mostrar que la regla es falsa equivale a descubrir a los tramposos. Un contrato es una implicación de la forma «si quiere obtener un beneficio, tiene que satisfacer un requisito»; los tramposos se llevan el beneficio sin satisfacer el requisito. La cerveza en un bar es un beneficio que uno se gana demostrando su mayoría de edad, y los mentirosos son personas que beben alcohol siendo menores de edad. La cerveza después de comer pimientos chiles es una mera relación causa y efecto, de modo que beber un refresco (que desde un punto de vista lógico debe comprobarse) no parece relevante. Cosmides demostró que las personas hacen lo lógico siempre que construyen las premisas *P* y *Q* según el esquema de costes y beneficios, aun cuando los acontecimientos sean exóticos como, por ejemplo, comer carne de antílope *syvicapara* y encontrar cascara de huevos de avestruz. No es que un módulo lógico sea accionado, sino que las personas usan un conjunto de reglas diferente. Estas reglas, apropiadas para detectar a los tramposos, a veces coinciden con las reglas lógicas y a veces no. Cuando los términos coste y beneficio se trastocan, como en el enunciado «Si una persona paga 20 dólares, recibe un reloj de pulsera», la gente parece seguir buscando la carta tramposa (recibe el reloj de pulsera, no paga los 20 dólares), una elección que ni es lógicamente correcta ni el error típico que cometen con las cartas irrelevantes. De hecho, la misma historia puede arrojar elecciones lógicas y no lógicas según la interpretación que den los lectores sobre quién —de haberlo— hace trampa. «Si un empleado obtiene una pensión, entonces es que ha trabajado durante diez años. ¿Quién infringe la regla?» Si nos ponemos en el punto de vista del empleado, buscaremos a los trabajadores que han tenido una vida activa de doce años y no cobran las pensiones; si adoptamos el punto de vista del empresario, buscaremos los trabajadores que han trabajado sólo ocho años y cobran las pensiones. Los hallazgos básicos se han replicado entre los shiwiar, un pueblo de cazadores-recolectores de las selvas del Ecuador.

La mente parece disponer de un detector de mentiras con una lógica propia. Cuando la lógica estándar y el detector lógico de mentiras coinciden, las personas actúan como lógicos; cuando se separan, seguimos buscando quién hace trampa.

¿Qué dio a Cosmides la idea de buscar este mecanismo mental? Fue el análisis evolutivo del altruismo (véanse capítulos 6 y 7). La selección natural no selecciona la mentalidad inclinada a lo público; un mutante egoísta rápidamente se reproduciría superando a sus competidores altruistas. Cualquier comportamiento desinteresado en el mundo natural requiere una explicación especial. Una explicación es la reciprocidad: una criatura ofrece la ayuda a cambio de la ayuda que espera recibir en el futuro. Pero los tramposos siempre pueden vulnerar el intercambio de favores. Para que este comportamiento haya evolucionado, tiene que estar acompañado por un aparato cognitivo que recuerde quién ha tomado y garantice que dé a cambio. El biólogo evolucionista Robert Trivers predijo que los seres humanos, los altruistas más llamativos del reino animal, debimos haber desarrollado un algoritmo detector de tramposos hipertrofiado y Cosmides parece haberlo descubierto.

Así, la mente lógica, ¿lo es en el sentido utilizado por un lógico? A veces sí, a veces no. Una mejor forma de plantear la pregunta sería: ¿la mente está bien diseñada, en el sentido que de buen diseño hablaría un biólogo? Aquí el énfasis en la respuesta afirmativa puede ser algo más decidido. La lógica por sí misma puede obtener verdades marginales e indirectamente otras que tengan consecuencias importantes. La mente parece utilizar reglas lógicas, pero son reclutadas por los procesos de la comprensión del lenguaje, se hallan mezcladas con el conocimiento del mundo y suplidas o suplantadas por reglas de inferencia especiales apropiadas para el contenido^[47].



Las matemáticas forman parte de nuestro patrimonio inalienable. Los bebés de una semana de edad se animan cuando una escena cambia de dos a tres artículos o viceversa. Los niños pequeños en sus primeros diez meses se dan cuenta de cuántos artículos (hasta cuatro) se les muestran, y no les importa si éstos son homogéneos o heterogéneos, si están apiñados o separados, si son puntos u objetos domésticos, ni tan sólo si son objetos o sonidos. Según experimentos recientes llevados a cabo por la psicóloga Karen Wynn, los niños de cinco meses llegaban incluso a hacer operaciones aritméticas simples. Se les mostró al ratón Mickey, luego se le tapó con una pantalla y un segundo Mickey fue colocado detrás mismo del anterior. Los bebés esperaban ver dos Mickeys cuando se retiraba la pantalla y quedaban sorprendidos si aparecía sólo uno. A otros bebés se les mostraron dos ratoncitos Mickeys y uno era retirado de detrás de la pantalla. Estos bebés esperaban ver un solo Mickey y se quedaban sorprendidos si descubrían dos. A los dieciocho meses los niños saben que los números no sólo difieren, sino que siguen un orden; por ejemplo, se les puede enseñar a escoger la imagen con menos puntos. Algunas de estas habilidades se hallan en ciertas clases de animales o se les pueden enseñar.

¿Los niños pequeños y los animales pueden en realidad contar? La pregunta parece absurda, porque estas criaturas carecen del uso de palabras. Con todo, la acción de registrar cantidades no depende del lenguaje. Imaginemos que abrimos un grifo durante un segundo cada vez que escuchamos un toque de tambor. La cantidad de agua en el vaso representaría el número de golpes. El cerebro podría tener un mecanismo similar, que no acumularía agua, sino impulsos neuronales o el número de neuronas activas. Los niños pequeños y muchos animales parecen estar equipados con este sencillo tipo de contador. Tendría muchas ventajas selectivas potenciales, las cuales dependerían del nicho que ocupara el animal y, en realidad, cubren desde estimar la tasa de rendimiento de la caza y recolección en diferentes terrenos hasta solucionar problemas como, por ejemplo, «tres osos entraron en la cueva; salieron dos. ¿Debo entrar?»^[48].

Los seres humanos adultos utilizan varias representaciones mentales de la cantidad. Una es analógica —un sentido de «cuánto»— que puede traducirse en imágenes mentales como, por ejemplo, una línea de números. Con todo, también asignamos numerales a cantidades y utilizamos las palabras y los conceptos para medir, para contar de un modo más exacto y para contar, sumar y sustraer números más grandes. Todas las culturas disponen de palabras para los números, aunque a veces se reducen a «uno», «dos» y «muchos». Antes de que el lector se eche a reír disimuladamente, recuerde que el *concepto* de número nada tiene que ver con el tamaño del léxico numérico. Tanto si conocen como si no palabras para expresar los grandes números —como «cuatro» o «trillón»—, pueden saber si dos conjuntos son los mismos y que si se le añade 1 a uno de ellos, ese conjunto es entonces mayor. Esto es cierto tanto si esos conjuntos tienen cuatro elementos como un trillón. Saben que pueden comparar el tamaño de dos conjuntos emparejando sus elementos y comprobando los restantes; los propios matemáticos deben utilizar esta técnica al hacer extrañas afirmaciones sobre los tamaños relativos de conjuntos infinitos. Las culturas que carecen de palabras para los grandes números a menudo se sirven de trucos como levantar los dedos, señalar partes del cuerpo de forma secuencial y asir o alinear los objetos de dos en dos o de tres en tres.

Cuando los niños pequeños tienen dos años disfrutan contando, alineando conjuntos y otras actividades guiadas por un sentido del número. Los preescolares cuentan pequeños conjuntos, incluso cuando tienen que mezclar clases de objetos o tienen que mezclar objetos, acciones y sonidos. Antes de disponer realmente de la manera correcta de contar y medir, comprenden buena parte de su lógica. Por ejemplo, intentarán distribuir de forma equitativa un bocadillo cortándolo y dando a cada uno dos trozos (aunque los trozos tengan tamaños diferentes) y todos gritan de entusiasmo cuando en un teatro de marionetas un títere se salta un objeto al contar o lo cuenta dos veces, aunque su propio modo de contar está plagado del mismo tipo de errores.

Las matemáticas formales son una extensión de nuestras intuiciones matemáticas. La aritmética evidentemente se desarrolló a partir de nuestra noción de número y la geometría a partir de nuestra noción de la forma y el espacio. El eminente matemático Saunders Mac Lane especulaba en el sentido de que las actividades humanas básicas eran la inspiración para cada una de las ramas de las matemáticas:

Contar	→ aritmética y teoría de los números
Medir	→ números reales, cálculo, análisis
Moldear	→ geometría, topología
Componer	→ simetría, teoría de grupos
Estimar	→ probabilidad, teoría de la medida, estadística
Mover	→ mecánica, cálculo, dinámica
Calcular	→ álgebra, análisis numérico
Comprobar	→ lógica
Descifrar	→ combinatoria, numerología
Agrupar	→ teoría de conjuntos, combinatoria

Mac Lane sugiere que las «matemáticas empiezan a partir de una variedad de actividades humanas, esclarecen de entre ellas una serie de nociones que son genéricas y no arbitrarias, y luego formalizan estas nociones y sus múltiples interrelaciones». El poder de las matemáticas es que los sistemas de reglas formales pueden entonces «codificar propiedades más profundas y no evidentes de las diversas actividades humanas que les dieron origen». Todos —incluso un niño pequeño privado de visión— conocemos de forma instintiva que el camino que lleva derecho desde A hasta B y luego hasta C es más largo que el atajo que lleva de A a C. Todos visualizamos así mismo cómo una línea define el lado de un cuadrado y cómo las formas pueden hacerse contiguas para dar lugar a formas más grandes. Pero un matemático se encarga de demostrar que el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados, de modo que uno pueda calcular qué gana con el atajo sin atravesarlo^[49].

Afirmar que las matemáticas académicas se originan en las matemáticas intuitivas no es sostener que se originen de *manera fácil*. David Geary ha sugerido que la selección natural dio a los niños ciertas habilidades matemáticas básicas: determinar la cantidad de pequeños conjuntos, comprender las relaciones como «más que» y «menos que» y la ordenación de los números pequeños, sumando y restando pequeños conjuntos, y usar números para realizar operaciones de cálculo, medición y aritmética sencillas. Pero se queda en eso. Los niños, sugiere Geary, *no* están diseñados desde un punto de vista biológico para dominar grandes numerales, conjuntos amplios, el sistema de base 10, las fracciones, las sumas y las restas en varias columnas, llevar, sustraer, multiplicar, dividir, sacar radicales y exponentes.

Estas habilidades se desarrollan lentamente, de forma desigual, o no se desarrollan en absoluto.

Teniendo en cuenta las bases evolutivas sería sorprendente que los niños estuvieran mentalmente equipados para las matemáticas que se imparten en las escuelas. Estas herramientas fueron inventadas en una fecha reciente de la historia humana y sólo en unas pocas culturas, demasiado tarde o demasiado locales para quedar impresas en el genoma humano. Las madres de estas invenciones fueron el registro y el comercio con los excedentes agrarios producidos en las primeras civilizaciones agrícolas. Gracias a la escolarización formal y al lenguaje escrito (a su vez, una invención reciente y no instintiva), las invenciones se acumularon durante milenios y las simples operaciones matemáticas se ensamblaron en otras cada vez más complicadas. Los símbolos escritos servían como un medio para el cálculo que excedía con creces a las limitaciones que imponía la memoria a corto plazo, tal como lo hacen en la actualidad los chips de silicio.

Pero ¿cómo podemos utilizar nuestras mentes de la Edad de Piedra para manejar los instrumentos matemáticos de alta tecnología? El primer modo de hacerlo consiste en poner los módulos mentales a trabajar en otros objetos distintos de aquellos para los que estaban diseñados. Por lo común, las líneas y las formas son analizadas por la imagenería y otros componentes de nuestro sentido espacial, y montones de cosas son analizadas mediante nuestra facultad numérica. Con todo, para llevar a cabo el ideal propuesto por Mac Lañe consistente en desentrañar lo genérico a partir de lo particular y restringido (por ejemplo, el concepto genérico de cantidad a partir del concepto restringido y particular del número de rocas que hay en un montón), habría que aplicar nuestra noción de número a una entidad que, de entrada, se percibe como si nos estuviéramos equivocando de tema. Por ejemplo, se tendría que analizar una línea en la arena no siguiendo las habituales operaciones de imagenería de examen y cambio continuos, sino numerando en voz alta segmentos imaginarios de un extremo a otro.

El segundo modo de acceder a la competencia matemática es similar al modo de ir al Carnegie Hall: la práctica. Los conceptos matemáticos provienen de poner juntos viejos conceptos en una nueva y útil disposición. Con todo, estos viejos conceptos son ensamblajes de otros aún más antiguos. Cada subensamblaje se mantiene unido por medio de remaches mentales denominados automaticidad y generación de bloques de información: a base de copiosa práctica, los conceptos se unen formando otros conceptos más amplios y las secuencias de pasos se compilan en un único paso. Al igual que una bicicleta se monta a partir de manillares, piezas y ruedas, y no de tubos y radios, y las recetas dicen de qué modo hacer salsas, no cómo asir una cuchara o abrir tarros, las matemáticas se aprenden encajando rutinas que han sido aprendidas hasta la saciedad. Los profesores de cálculo lamentan que los estudiantes encuentren el tema difícil, no porque las derivadas y las integrales sean conceptos abstrusos —ya que simplemente son proporción y acumulación—, sino porque no

pueden calcular a menos que las operaciones algebraicas les sean completamente naturales, y la mayoría de estudiantes inician el curso sin haber aprendido adecuadamente álgebra y necesitan concentrar toda su energía mental en ella. Las matemáticas son implacablemente acumulativas, a partir de que se empieza a contar hasta diez.

La psicología evolutiva tiene consecuencias para la pedagogía que se hacen especialmente claras en la docencia de las matemáticas. Los niños norteamericanos son los que peores notas sacan en exámenes de matemáticas en el contexto del mundo industrializado. No es que sean zoquetes de nacimiento, más bien el problema consiste en que el sistema educativo ignora la evolución. La filosofía de la educación matemática predominante en Estados Unidos es el constructivismo, una mezcla de psicología piagetiana con contracultura e ideología posmoderna. Los niños tienen que construir de forma activa el saber matemático por sí mismos en una empresa social regida por los desacuerdos acerca de los significados de los conceptos. El maestro aporta los materiales y el medio social, pero no da una clase ni guía la discusión. El adiestramiento y la práctica, las vías de la automaticidad, son denominadas «mecanicistas» y consideradas perjudiciales para la comprensión. Como un pedagogo explicaba con lucidez, «una zona de construcción potencial de un concepto matemático específico está determinada por las modificaciones del concepto que los niños pueden hacerle en el curso o como resultado de la comunicación interactiva en el entorno de aprendizaje matemático». El resultado, declaraba otro pedagogo, es que «a los estudiantes les resulta posible construir por sí mismos las prácticas matemáticas que, desde un punto de vista histórico, tardaron miles de años en desarrollarse»^[50].

Tal como Geary señala, el constructivismo tiene mérito cuando trata de las intuiciones de los pequeños números y la aritmética simple que aparecen de forma natural en todos los niños. Pero ignora la diferencia entre nuestro equipamiento de serie y los accesorios que después la civilización remacha con tornillos. Poner a nuestros módulos mentales a trabajar sobre un material para el cual no fueron diseñados resulta *difícil*. Los niños no perciben de forma espontánea una sarta de cuentas como elementos de un conjunto, o los puntos en una línea como números. Si les damos un montón de bloques y les pedimos que hagan algo con ellos, pondrán a trabajar su física intuitiva y su psicología intuitiva con todas sus fuerzas, pero no necesariamente su noción intuitiva de número. (Los mejores currículos señalan explícitamente las conexiones entre todos los modos de conocer. A los niños se les podría decir que plantearan de tres formas diferentes todo problema aritmético: contando, dibujando diagramas y moviendo segmentos a lo largo de una línea numérica). Además, sin la práctica que compila una secuencia vacilante de pasos en un reflejo mental, quien aprende siempre tendría que construir las estructuras matemáticas a partir de los elementos más básicos, como aquel relojero que nunca

elaboraba subensamblajes y tenía que empezar de nuevo desde cero cada vez que dejaba el reloj sobre la mesa de trabajo para atender al teléfono^[51].

El dominio de las matemáticas produce una honda satisfacción, pero es la recompensa por un arduo trabajo realizado que no siempre resulta agradable. Sin la estima por las habilidades matemáticas que tan difícil ha sido conseguir y tan habitual es en otras culturas, resulta improbable que la maestría del dominio llegue a florecer. Resulta triste decirlo, pero lo mismo sucede en relación a la lectura en las escuelas norteamericanas. En la técnica dominante, llamada de «inmersión en el lenguaje», la idea según la cual el lenguaje es un instinto humano que se desarrolla de forma natural se ha falseado en la afirmación improbable, desde un punto de vista evolutivo, según la cual la *lectura* es un instinto humano que se desarrolla de forma natural. La práctica ahora considerada como trasnochada de unir las letras con los sonidos es sustituida por la inmersión en un entorno social rico en textos, y el resultado es que los niños no aprenden a leer^[52]. Sin una comprensión de para qué estaba diseñada la mente en el entorno en el cual evolucionamos, la actividad natural denominada educación formal es muy improbable que llegue a dar resultados.



Einstein dijo conversando con el príncipe Louis de Broglié, en una frase que se ha hecho célebre: «Nunca creeré que Dios juega a los dados con el mundo». Con independencia de que Einstein tuviera o no razón en sus afirmaciones sobre la mecánica cuántica y el cosmos, el enunciado ciertamente no es verdad si se aplica a los juegos a los que jugamos en nuestra vida diaria. La vida no es un juego de ajedrez sino de backgammon, con un lanzamiento de dados cada turno. En consecuencia, resulta difícil hacer predicciones, sobre todo acerca del futuro (tal como supuestamente el yogui Berra dijo). Con todo, en un universo que presenta ciertas regularidades, las decisiones que están informadas por el pasado son mejores que las decisiones hechas aleatoriamente. Es algo que siempre ha sido cierto, y de los organismos, en especial de los informávoros^[53] como son, los seres humanos, se esperaría que hubieran desarrollado intuiciones lúcidas acerca de la probabilidad. Quienes establecieron los fundamentos de la teoría de la probabilidad, al igual que quienes fundamentaron la lógica, suponían que se limitaban a formalizar el sentido común.

Pero, entonces, ¿por qué las personas a menudo parecen ser «ciegas a la probabilidad», para expresarnos con las palabras de Massimo Piattelli-Palmarini? Muchos matemáticos y científicos han lamentado la *acalculia*^[54] en las personas corrientes cuando razonan sobre el riesgo. Los psicólogos Amos Tversky y Daniel Kahneman han compilado ingeniosas demostraciones de cómo la comprensión cabal e intuitiva de la casualidad en las personas parece incumplir los cánones de la teoría de la probabilidad. A continuación exponemos algunos ejemplos célebres:

- Apostamos y compramos boletos de lotería del Estado, a veces descrita como «el impuesto sobre la estupidez». Pero dado que la casa tiene que sacar provecho, los jugadores, por término medio, tienen que perder.
- Las personas tienen más miedo a los aviones que a los coches, sobre todo cuando tienen noticia, de un espantoso accidente aéreo, aunque el viaje en avión es, desde un punto de vista estadístico, mucho más seguro. También temen a la energía nuclear, aunque son muchas más las víctimas que han quedado lisiadas o muertas por el carbón. Cada año un millar de norteamericanos se electrocutan accidentalmente, pero las estrellas del rock no hacen campaña para reducir el voltaje de la corriente eléctrica. Las personas claman para que se prohíban los residuos de pesticidas y el uso de aditivos en los alimentos, aunque suponen riesgos triviales de contraer cáncer en comparación con los miles de cancerígenos naturales que las propias plantas han desarrollado para eliminar a los insectos que se las comen.
- Las personas suponen que si una rueda de la ruleta se ha parado en el negro seis veces seguidas, debe pararse en el rojo, aunque la ruleta carece de memoria y cada vuelta que da es independiente. Una gran industria de autoungidos videntes se dedican a alucinar las tendencias que rigen en el mercado de valores. Los seguidores del deporte del aro creen que los jugadores de baloncesto están «en racha» cuando encestan una serie de balones seguidos en la canasta, aunque cada uno de los movimientos que hacen y los lanzamientos que realizan no se diferencian en nada de echar una moneda al aire.
- A sesenta estudiantes y a los miembros del personal de la Harvard Medical School se les planteó el siguiente problema: «Si una prueba realizada para detectar una enfermedad cuya prevalencia es del uno por mil tiene un porcentaje positivo falso del cinco por ciento, ¿cuál es la probabilidad de que una persona que haya dado un resultado positivo tenga en realidad la enfermedad, suponiendo que no sabemos nada de los síntomas o signos que pueda presentar esa persona?». La respuesta más popular fue del 0,95. La respuesta media era 0,56. La respuesta correcta era 0,02 y sólo el dieciocho por ciento de los expertos la adivinaron. La respuesta, según el teorema de Bayes, puede calcularse como la prevalencia o el porcentaje base (uno por mil) de la sensibilidad de la prueba o porcentaje de acierto (proporción de personas enfermas que dan positivo, presumiblemente uno), dividido por la incidencia total de los resultados positivos de la prueba (el porcentaje de veces que la prueba da positiva, cubriendo tanto los casos de personas enfermas como sanas, es decir, la suma de las personas enfermadas que dan positivo en la prueba, $1/1000 \times 1$ y las personas sanas que dan positivo, $999/1000 \times 0,05$). Una de las pesadillas en el problema es que son muchos los que interpretan erróneamente «porcentaje positivo falso» como la proporción de resultados positivos que corresponden a personas sanas, en lugar de interpretarla como el porcentaje de personas quedan

positivo en la prueba. Con todo, el problema más importante es que ignoran el porcentaje base (1/1000), el cual debe recordarles que la enfermedad es rara y por tanto improbable para un paciente dado, aun cuando la prueba dé positiva. (En apariencia estudiantes y médicos incurrían en la falacia que antes vimos, según la cual como las cebras piafan, el hecho de oír piafar implica que se trata de cebras). Los exámenes han demostrado que muchos médicos aterrorizan innecesariamente a aquellos de sus pacientes que dan un resultado positivo en pruebas para determinar la existencia o no de una enfermedad rara.

- Haga la prueba siguiente: «Linda tiene treinta y un años, está soltera, es sincera y muy brillante. Se diplomó en filosofía. De estudiante, se dedicó en profundidad a las cuestiones de discriminación y justicia social y participó también en manifestaciones contra la energía nuclear. ¿Cuál es la probabilidad de que Linda sea cajera en un banco? ¿Cuál es la probabilidad de que Linda sea cajera en un banco y una activista del movimiento feminista?». A veces las personas muestran tener en una estimación más alta la probabilidad de que sea feminista y cajera, que la probabilidad de que sea cajera. Pero es imposible que «A y B» sea más probable que sólo «A».

Cuando les presenté a los estudiantes de mi clase estos hallazgos, uno de ellos dijo en voz alta: «¡Cómo me avergüenzo de mi especie!». Eran muchos más los que sentían aquella desgracia, si no en sus propias carnes, en la persona de la calle. Tversky, Kahneman, Gould, Piattelli-Palmarini y muchos psicólogos sociales han concluido que la mente no está diseñada para comprender las leyes de la probabilidad, aun cuando estas leyes rijan el universo. El cerebro puede procesar cantidades limitadas de información, de modo que en lugar de calcular basándose en teoremas, lo hace a «ojo de buen cubero», de forma empírica. Una de las reglas es: cuanto más memorable es un acontecimiento, más probable es que suceda. (Recuerdo una sangrienta catástrofe aérea reciente, por tanto los aviones son inseguros). Otra es: cuanto más se asemeja un individuo a un estereotipo, más probable es que pertenezca a esa categoría. (Linda se ajusta mejor a la imagen de una cajera feminista que a la de simple cajera, de modo que es más probable que sea una cajera feminista). Toda una gama de libros que se han hecho populares por sus títulos sensacionalistas se han dedicado a extender las malas noticias: *Irracionalidad: El enemigo interior*, *Ilusiones inevitables: Cómo los errores de la razón rigen nuestra mente*; *Cómo sabemos que algo no es así: la falibilidad de la razón humana en la vida cotidiana*. La triste historia de la locura y el prejuicio humanos se explica a través de nuestra torpeza como estadísticos intuitivos^[55].

Las demostraciones llevadas a cabo por Tversky y Kahneman se cuentan entre las que más han hecho reflexionar en el ámbito de la psicología, y la investigación ha atraído la atención hacia la deprimentemente baja calidad intelectual de nuestro discurso público acerca del riesgo tanto en lo social como en lo personal. Pero, en un

mundo probabilístico, ¿puede la mente humana ser en realidad inconsciente de la probabilidad? Las soluciones a los problemas que las personas fallan pueden ser calculadas tecleando unos pocos dígitos en una calculadora sencilla. Muchos animales, entre ellos las abejas, calculan probabilidades bastante exactas cuando se desplazan en busca de alimento. Este tipo de cálculos, ¿exceden en realidad a la capacidad de procesamiento de información que tiene el cerebro humano con su billón de sinapsis? Resulta difícil de creer y no hay por qué creerlo. El razonamiento que utiliza el ser humano no es tan estúpido como a primera vista podría parecer.

Para empezar, muchas de las opciones arriesgadas son sólo eso, elecciones, es algo innegable. Tomemos, por ejemplo, casos de jugadores, de quienes sienten fobia a volar y de quienes abogan por la supresión de los productos químicos. ¿Son en realidad *irracionales*? Hay personas que sienten placer en aguardar el resultado de acontecimientos que podrían mejorar de una forma radical sus vidas. A algunas les desagrada quedar atrapadas en un tubo que vuela y que les asedien recuerdos que hablan de un modo aterrador de morir. Hay personas a quienes les desagrada comer alimentos que deliberadamente se han rociado con sustancias tóxicas (al igual que algunas personas pueden optar por no comer una hamburguesa de la que tengan la seguridad que se ha elaborado con inofensiva carne de gusano). Nada hay de irracional en estas elecciones, como nada hay de irracional en preferir un helado de vainilla y no uno de chocolate.

El psicólogo Gerd Gigerenzer, junto con Cosmides y Tooby señaló que aun cuando los juicios de probabilidad que hacen los humanos se aparten de la verdad, su modo de razonar puede que no sea ilógico. Ninguna facultad mental es omnisciente. La visión del color que tenemos queda confundida con las farolas que utilizan vapor de sodio para dar luz, pero ello no significa que esté mal diseñada. Al contrario, se puede demostrar que está bien diseñada, mucho mejor que cualquier cámara, para registrar colores constantes con una iluminación cambiante (véase **capítulo 4**). Con todo, debe su éxito en este problema irresoluble a los supuestos tácitos acerca del mundo. Cuando las suposiciones son infringidas en un mundo artificial, la visión del color fracasa y lo mismo puede ser cierto de los estimadores de probabilidad que tenemos^[56].

Pongamos por caso la conocida «falacia del jugador»: esperar que el hecho de que salga cara aumente la probabilidad de que salga cruz, como si la moneda tuviera memoria y un deseo de ser imparcial. Recuerdo haberme avergonzado a resultas de un incidente que sucedió durante unas vacaciones familiares cuando era adolescente. Mi padre mencionó que habíamos tenido varios días de lluvia y que ello era signo de que tendríamos buen tiempo, y le corregí acusándole de incurrir en la falacia del jugador. Pero él, veterano sufridor, estaba en lo cierto, y en cambio yo, su hijo sabelotodo, me equivoqué. Los frentes fríos no son arrancados con rastrillo de la tierra por la noche y sustituidos por otros nuevos al día siguiente. El manto de nubes debe tener cierto tamaño por término medio, se mueve a cierta velocidad y en una

dirección y no me sorprendería —ahora— que una semana de nubes en realidad predijera que el límite que indica su final estaba cerca y que el sol volvería a brillar, al igual que el vagón que hace el número cien en un tren que pasa por una vía anuncia el furgón de cola con mayor probabilidad que el tercer vagón.

Muchos acontecimientos funcionan de esta forma. Tienen una historia vital característica, una probabilidad cambiante de que se produzcan a lo largo del tiempo a la cual los estadísticos denominan «función de nesgo». Un observador astuto *debe* incurrir en la falacia del jugador e intentar predecir cuál será el siguiente caso de un acontecimiento a partir de cuál ha sido su historia hasta entonces, un tipo de estadística denominada análisis de cronoserias o series de tiempo. Existe una excepción, y son aquellos dispositivos que están *diseñados* para producir acontecimientos de forma independiente de su historia. ¿Qué tipo de dispositivo haría algo así? Las denominamos máquinas de juego. Su razón de ser consiste en frustrar a un observador que gusta de convertir pautas en predicciones. Si nuestra pasión por las pautas y los modelos estuviera abocada a fracasar porque la aleatoriedad se halla presente en todas partes, las máquinas de juego serían más fáciles de construir y los jugadores más fáciles de engañar. De hecho, las ruedas de la ruleta, las tragaperras e incluso los dados, los naipes y las monedas son instrumentos de precisión, su fabricación es exigente y son fáciles de vencer. Quienes «incurriendo en la falacia del jugador» cuentan las cartas al blackjack y recuerdan las cartas repartidas y apuestan a que no vuelven a salir, pronto se convierten en una plaga para los grandes casinos.

Por tanto, en cualquier mundo, menos en un casino, la falacia del jugador rara vez es una falacia. En realidad, calificar a nuestras predicciones intuitivas de falaces porque no se cumplen en dispositivos de juego es ir a contracorriente. Un dispositivo de juego es, por definición, una máquina diseñada para derrotar a nuestras predicciones intuitivas. Es como decir que nuestras manos están mal diseñadas porque nos resulta difícil librarnos de los grilletes. Lo mismo es cierto de la ilusión del jugador de baloncesto que «tiene una racha» y otras falacias entre los aficionados a los deportes. Si los lanzamientos en baloncesto fueran fácilmente predecibles, a ese juego no le llamaríamos baloncesto. Un mercado de valores eficiente es otra invención diseñada para vencer a la detección humana de configuraciones. La bolsa está hecha para que los comerciantes saquen partido rápidamente de las desviaciones que supone una inversión aleatoria en la bolsa y así las anulen.

Otras de las así denominadas falacias puede que sean también desencadenadas por novedades evolutivas que burlan a nuestros calculadores de probabilidad, y no por atroces defectos de diseño. El término «probabilidad» tiene muchos significados. Uno de ellos es relativo a la frecuencia a largo plazo. «La probabilidad de que, al lanzar una moneda, salga cara es 0,5», significa que al lanzar cien veces una moneda, en cincuenta de los casos saldrá cara. Otro significado del término es la confianza subjetiva en el resultado de un suceso único. En este sentido, «la probabilidad de que al lanzar la moneda salga cara es 0,5», significaría que en una escala del cero al uno,

la confianza en que al lanzar de nuevo la moneda salga cara está a medio camino entre la certeza de que así sea y la certeza de que no será así.

Hoy en día, los números que se refieren a la probabilidad de un suceso único, que sólo tienen sentido como estimaciones de la confianza subjetiva, son un lugar común: hay un treinta por ciento de posibilidades de que llueva mañana; la probabilidad de que los locales ganen esta noche a los visitantes es de uno a tres. La mente, en cambio, puede que haya evolucionado para pensar las probabilidades como frecuencias relativas a largo plazo, *no* como números que expresan confianza en un suceso único. Las matemáticas de la probabilidad no fueron inventadas hasta el siglo XVII y la utilización de proporciones o porcentajes para expresarlas apareció en fecha posterior. (Los porcentajes llegaron después de la Revolución francesa junto con el resto del sistema métrico decimal, y se utilizaron inicialmente para el cálculo económico del interés y los impuestos). Aún más reciente es la entrada en juego de las fórmulas que permiten calcular la probabilidad: datos compilados por equipos, registrados por escrito, verificados en busca de posibles errores, acumulados en archivos, y cuadrados y escalados para producir números. El equivalente más cercano para nuestros antepasados habría sido los rumores de validez desconocida, transmitidos mediante burdas etiquetas como «*probablemente*». Las probabilidades que usaban nuestros antepasados debían de provenir de su propia experiencia, y ello equivale a decir que eran frecuencias: a lo largo de los años, cinco de cada ocho personas que enfermaban de hinchazón morían al día siguiente^[57].

Gigerenzer, Cosmides, Tooby y el psicólogo Klaus Fiedler señalan que el problema de la decisión médica y el problema de Linda exigen una probabilidad de suceso único: qué probabilidad hay de que *este yaciente* esté enfermo, qué probabilidad hay de que *Linda* sea cajera en un banco. Un instinto de probabilidad que funcionara en frecuencias relativas hallaría tal vez que las preguntas están más allá de lo que se conoce. Hay sólo una única Linda y es una cajera o no lo es. «La probabilidad de que sea cajera» es incalculable. Por tanto, plantean problemas molestos, pero los enuncian en términos de frecuencias, no de probabilidad de sucesos únicos. Uno entre un millar de norteamericanos tiene la enfermedad; cincuenta personas sanas de cada mil dan positivo en la prueba; reunimos a un millar de norteamericanos; ¿cuántos de los que dieron positivo en la prueba tienen la enfermedad? Un centenar de personas encajan en la descripción dada de Linda; ¿cuántas son cajeras; cuántas son cajeras feministas? En estas condiciones una mayoría de personas —hasta el noventa y dos por ciento— se comportarán como buenos estadísticos^[58].

Esta terapia cognitiva tiene enormes consecuencias. Muchos hombres que dan positivo en las pruebas del VIH (el virus del sida) suponen que están condenados. Algunos han adoptado incluso medidas extremas, entre ellas el suicidio, a pesar de que la mayoría de hombres no desarrollan el sida (sobre todo, aquellos que no pertenecen a grupos de riesgo) y que ninguna prueba es perfecta. Con todo, a médicos

y pacientes leí resulta difícil utilizar ese conocimiento para calibrar la probabilidad de estar infectado, aun cuando las probabilidades son conocidas. Por ejemplo, en los últimos años la prevalencia del VIH entre la población de varones en Alemania que no pertenecían a ningún grupo de riesgo es del 0,01 por ciento, la sensibilidad (el índice de detección) de una prueba dd VIH típica es del 99,99 por ciento, y el índice de falsos positivos es tal vez del 0,01 por ciento. Las perspectivas de un paciente que haya dado positivo en los análisis no son halagüeñas, pero imaginémosnos que un médico aconseja a un paciente del siguiente modo: «Piense que de 10.000 hombres heterosexuales como usted, sólo se espera que uno quede infectado por el virus, y casi con toda seguridad dará positivo en la prueba. De los 9.999 hombres que no están infectados, un hombre más da positivo en la prueba. Entonces tenemos dos hombres que dan positivo en la prueba, pero sólo uno de ellos está en realidad afectado por el virus. Todo lo que sabemos en este momento es que ha dado positivo en la prueba, De modo que las posibilidades de que usted tenga el virus son del cincuenta por ciento a favor y cincuenta por ciento en contra». Gigerenzer halló que cuando las probabilidades son presentadas de este modo (como frecuencias), las personas, entre ellas los propios especialistas, son muchísimo más exactos a la hora de estimar la probabilidad de una enfermedad a partir de un análisis médico. Lo mismo es cierto de los otros juicios que se hacen en situaciones de incertidumbre, como el de culpabilidad en un juicio ante el tribunal de lo penal.



Gigerenzer argumenta que la ecuación intuitiva de probabilidad v frecuencia que utilizan las personas no sólo las hace calcular como si fuesen estadísticos, les hace pensar como tales el concepto mismo de probabilidad, una noción sorprendentemente escurridiza y paradójica. ¿Qué *significa* incluso la probabilidad de un suceso único? Los corredores de apuestas llegan incluso a constituir números inescrutables como, por ejemplo, que las probabilidades son quinientas contra una de que Michael Jackson y La Toya Jackson sean la misma persona o que las probabilidades de que los círculos encontrados en los trigales del Reino Unido emanen de Fobos (una de las lunas de Marte) son de mil contra una que no. Una vez vi un titular de un periódico sensacionalista según el cual las probabilidades de que Mijaíl Gorbachov fuese el Anticristo eran una en ocho billones. ¿Todos estos enunciados son ciertos? ¿Falsos? ¿Aproximadamente ciertos? ¿Cómo las llamaríamos? Un colega me dijo en cierta ocasión que había un noventa y cinco por ciento de posibilidades de que se dejara ver en mi conferencia. No vino. ¿Mentía?

Puede que el lector piense: de acuerdo, una probabilidad de un suceso único es sólo confianza subjetiva, pero ¿acaso no es racional calibrar la confianza por la frecuencia relativa? Ah, pero ¿la frecuencia relativa de qué? Para contabilizar frecuencias uno tiene que decidir la clase de sucesos que contabiliza, y un suceso

único pertenece a un número infinito de clases. Richard von Mises, un pionero en el campo de la teoría de la probabilidad, presenta un ejemplo.

En una muestra de mujeres norteamericanas comprendidas entre los treinta y cinco y los cincuenta años de edad, cuatro de cada cien desarrollan cáncer de mama en el plazo de un año. ¿Tiene por tanto la señorita Smith, una mujer norteamericana de cuarenta y nueve años, un cuatro por ciento de probabilidades de tener un cáncer de pecho durante el próximo año? No hay respuesta. Supongamos que en una muestra de mujeres entre las edades de cuarenta y cinco y noventa años —una clase a la que pertenece así mismo la señora Smith— once mujeres de cada cien desarrollan cáncer de pecho en un año. ¿Las probabilidades de que la señora Smith tenga un cáncer de mama son del cuatro o del once, por ciento? Supongamos que su madre tuvo cáncer de mama, y que veintidós mujeres de cada cien entre los cuarenta y cinco y los cuarenta y nueve años cuyas madres padecieron la enfermedad, la desarrollan. ¿Sus probabilidades son del cuatro, el once o el veintidós por ciento? Además, la señora Smith fuma, vive en California, tuvo dos hijos antes de los veintidós años y otro a los cuarenta, es de ascendencia griega... ¿con qué grupo debe compararse para averiguar las probabilidades «correctas»? El lector pensará que cuanto más específica es la clase, mejor; pero cuanto más específica es la clase, menor es su tamaño y menos fiable la frecuencia. Si en el mundo sólo hubiese dos personas muy parecidas a la señora Smith, y una de ellas desarrollara cáncer de mama, ¿habría alguien que afirmase entonces que las probabilidades de la señora Smith son del cincuenta por ciento? En el límite, la única clase que es verdaderamente comparable con la señora Smith en todos sus detalles, es la que tiene por elemento a la propia señora Smith. Pero en la clase de un solo elemento, la «frecuencia relativa» no tiene sentido^[59].

Estas preguntas filosóficas acerca del significado de la probabilidad no son académicas, afectan a cualquier decisión que tomamos. Cuando un fumador racionaliza que sus padres nonagenarios se han cepillado un paquete diario de cigarrillos durante décadas, de modo quedas probabilidades que rigen a escala nacional no se aplican a él, puede muy bien que esté en lo cierto. En las elecciones presidenciales de 1996, la avanzada edad del candidato republicano se convirtió en un problema. *The New Republic* publicó la siguiente carta:

A los editores:

En su editorial «¿Es Dole demasiado viejo?» del primero de abril, la información actuarial de que se sirvieron era engañosa. El hombre blanco de setenta y dos años de edad puede tener un riesgo del veintisiete por ciento de morir durante los cinco años siguientes de su vida, pero deben tenerse en cuenta más cosas aparte del estado de salud y el sexo. Aquellos que aún están laboralmente activos, como es el caso del senador Bob Dole, tienen una longevidad aún mayor. Además, las estadísticas demuestran que la salud óptima es correlativa a una vida más larga. Si se toman estas características en consideración, el hombre medio de setenta y tres años de edad (la edad que Dole tendría cuando asumiera el cargo de presidente) tiene sólo un 12,7 por ciento de probabilidades de morir durante los siguientes cuatro años.

Sí, y ¿qué sucede con el varón blanco medio de setenta y tres años rico y profesionalmente activo y que es natural de Kansas, no fuma y era lo suficientemente fuerte para sobrevivir a un obús de artillería? Una diferencia aún más espectacular afloró durante el juicio por asesinato que se hizo a O. J. Simpson en 1995. El abogado Alan Dershowitz, que actuaba como asesor de la defensa, dijo por televisión que entre los hombres que maltratan a sus esposas, sólo un 0,10 —por ciento llegan a cometer asesinato. En una carta enviada a la revista *Nature*, un estadístico señaló que entre los hombres que maltratan a sus esposas y *cuyas esposas son asesinadas*, más de la *mitad* son los asesinos^[60].

Muchos teóricos de la probabilidad concluyen que la probabilidad de un acontecimiento único no puede ser calculada ya que carece de sentido. Las probabilidades de sucesos únicos son un «total sinsentido», dijo en cierta ocasión un matemático. Deben ser tratadas «por psicoanálisis, no por la teoría de la probabilidad», dijo con desdén otro. No es que las personas creen que cualquier cosa que deseen sea un suceso único. Los enunciados según los cuales, es más probable que pierda si me enfrento en un ring a Mike Tyson, o que no es probable que sea abducido por alienígenas esta noche, no carecen de sentido. Pero no son enunciados *matemáticos* que sean de un modo exacto ciertos o falsos, y quienes los ponen en tela de juicio no incurrir en una falacia elemental. Los enunciados acerca de sucesos únicos no pueden decidirse usando una calculadora, y tienen que ser discutidos a fondo sopesando las evidencias, evaluando la persuasividad de los argumentos, refundiendo los enunciados para hacer más fácil su evaluación y todos los demás procesos falibles por medio de los cuales nosotros, seres mortales, hacemos conjeturas inductivas acerca de un futuro insondable.

De este modo, incluso la más burda de las actuaciones en la galería de vergüenzas del *Homo sapiens* —pongamos por caso decir que Linda es más probable que sea una cajera feminista que cajera a secas— no es una falacia, según muchos matemáticos. Dado que la probabilidad de un suceso único es algo que, desde un punto de vista matemático, carece de sentido, las personas están forzadas a interpretar la pregunta que se les hace del mejor modo que pueden. Gigerenzer sugiere que al ser las frecuencias dudosas, y como las personas no asignamos números de forma intuitiva a sucesos únicos, pueden cambiar a una tercera definición, esta vez no matemática, de la probabilidad, a saber, «el grado de fe garantizada por la información presentada». La definición se halla en muchos diccionarios y se utiliza en los tribunales de justicia, donde corresponde a conceptos como, por ejemplo, causa probable, peso de las pruebas y duda razonable. Si las preguntas que se plantean acerca de las probabilidades de sucesos únicos empujan a las personas hacia esta definición —una interpretación bastante natural como para que la hicieran los sujetos si suponían, de un modo bastante razonable, que el experimentador había incluido el esbozo de Linda con cierto propósito— habrían interpretado la pregunta que se les formulaba del

modo siguiente: ¿hasta qué punto la información dada acerca de Linda garantiza la conclusión de que es una cajera? Y una respuesta razonable es que no mucho^[61].

Un último ingrediente increíble del concepto de probabilidad es la fe en un mundo estable. Una inferencia probabilística es una predicción que hoy se basa en frecuencias recogidas ayer. Pero eso fue entonces y esto es ahora. ¿Cómo sabemos que el mundo no ha cambiado en el ínterin? Los filósofos de la probabilidad debaten acerca de si una creencia *cualquiera* en las probabilidades es verdaderamente racional en un mundo que cambia. Las compañías actuariales y de seguros se preocupan aún más, ya que las compañías de seguros van a la bancarrota cuando un suceso actual o un cambio en los estilos de vida hace que las tablas estadísticas en las que se basan queden obsoletas. Los psicólogos sociales señalan el caso del desgraciado que evita comprar un coche de segunda mano con una excelente estadística de reparaciones cuando se entera de que el modelo de un vecino se averió ayer. Gigerenzer ofrece la comparación de una persona que evita que su hijo juegue en el río en el que no ha ocurrido ninguna fatalidad previa cuando se entera de que el hijo de un vecino fue atacado allí por un cocodrilo aquella misma mañana. La diferencia entre los escenarios (dejando a un lado las drásticas consecuencias) es que juzgamos que el mundo del coche es estable, de modo que las estadísticas antiguas rigen; en cambio, el mundo del río ha cambiado y por tanto las viejas estadísticas son dudosas. La persona de la calle que concede a una anécdota reciente mayor peso que a un montón de estadísticas no está siendo necesariamente irracional.

Desde luego, a veces razonamos de forma falaz, sobre todo, en medio del diluvio de datos actuales. Y, por supuesto, todo el mundo debe aprender probabilidad y estadística. Pero una especie que no tuviera instinto alguno para la probabilidad no podría aprender ni la una ni la otra, por no decir nada ya de inventarlas. Y cuando se da información a las personas en un formato que se engrana con el modo natural de pensar la probabilidad, una y otra pueden ser notablemente exactas. La afirmación según la cual nuestra especie está ciega a la causalidad es, tal como gustan de afirmar, improbable que sea cierta.

La mente metafórica

Estamos ya casi a punto de disolver la paradoja de Wallace según la cual la mente de un cazador-recolector es capaz de calcular. La mente humana no está equipada con una facultad evolutivamente frívola para llevar a cabo la ciencia occidental, las matemáticas, jugar al ajedrez u otras diversiones. Está equipada con facultades para dominar el entorno local y vencer a sus moradores. Las personas forman conceptos que encuentran los grupos de huellas que hay en la textura correlacional del mundo. Cuentan con varios modos de conocer o teorías intuitivas, adaptadas a las principales

clases de entidades presentes en la experiencia humana: objetos cosas animadas, clases naturales, artefactos, mentes, así como los vínculos y fuerzas sociales que exploraremos en los dos siguientes capítulos. Manejan herramientas inferenciales como los elementos de la lógica, la aritmética y la probabilidad. Ahora bien, lo que queremos saber es de dónde provienen estas facultades y cómo se pueden aplicar a los desafíos intelectuales contemporáneos.

Veamos una idea inspirada por un descubrimiento hecho en lingüística. Ray Jackendoff indica oraciones como las siguientes:

El mensajero *fue de* París *a* Estambul.

La herencia finalmente *fue a* Fred.

La luz *fue del* verde al rojo.

La reunión *fue de* 3 a 4.

La primera oración es obvia: alguien se desplaza de un lugar a otro. Pero en las otras, las cosas permanecen en el mismo sitio. Fred pudo haberse convertido en millonario en el momento en que el testamento fue leído, aunque ningún dinero en metálico cambiara de manos y sólo se hubiese firmado el traspaso a una cuenta. Las señales de tráfico están colocadas en las aceras y no se desplazan y las reuniones ni siquiera son cosas que *puedan* viajar. Utilizamos el espacio y el movimiento como una metáfora para ideas más abstractas. En la oración que incumbe a Fred, las posesiones son objetos, los propietarios son lugares y dar es mover. En cuanto al semáforo, una cosa cambiante es el objeto, sus estados (rojo y verde) son lugares y el cambio es movimiento. En el caso de la reunión, el tiempo es una línea, el presente es un punto que se desplaza, los sucesos son trayectos, los seres y los fines son orígenes y destinos.

La metáfora espacial se halla presente no sólo cuando se habla de cambio, sino cuando se habla de estados inalterables. Pertenecer, ser y programar son construidos como si fueran mojones situados en un lugar:

El mensajero *está* en Estambul.

El dinero *es* de Fred.

El semáforo *está* rojo.

La reunión *es a* las 3 en punto.

La metáfora funciona así mismo en oraciones sobre hacer que algo permanezca en un estado:

La banda *retuvo* al mensajero en Estambul.

Fred *retuvo* el dinero.

El policía *mantuvo* la luz roja.

Emilio *mantuvo* la reunión el lunes.

¿Por qué hacemos estas analogías? No es sólo cooptar palabras sino cooptar su maquinaria inferencial. Algunas deducciones que valen para el movimiento y el espacio, valen también para la posesión, las circunstancias y el tiempo. Esto permite que la maquinaria deductiva empleada para tratar del espacio sea tomada en préstamo para razonar sobre otros temas. Por ejemplo, sabemos que X fue a Y, podemos inferir que X no estaba antes en Y pero que ahora sí lo está. Por analogía, si sabemos que una posesión va a una persona, podemos inferir que la persona no poseía aquella posesión antes, pero que ahora sí. La analogía se aproxima mucho, aunque nunca es exacta: cuando un mensajero viaja, pasa a ocupar una serie de posiciones entre París y Estambul, pero cuando Fred hereda el dinero no entra en posesión del mismo de forma gradual, pasando por grados que varían conforme se leen las últimas voluntades; la transferencia es instantánea. De este modo, al concepto de posición no le debe estar permitido combinarse con los conceptos de posesión, circunstancia y tiempo, aunque sí les puede prestar algunas de sus reglas inferenciales. Lo que comparten hace que las analogías entre posición y los otros conceptos sean *útiles para algo*, y no sólo semejanzas que atraen nuestra mirada^[62].

La mente expresa los conceptos abstractos en términos concretos. No sólo las palabras se toman prestadas para las metáforas, sino construcciones gramaticales íntegras. La construcción de doble objeto —*Mimi entregó a María las canicas*— está dedicada a oraciones sobre dar. Pero la construcción puede ser cooptada para hablar de comunicación:

Mimi contó a María un cuento.

Alejo le hizo una pregunta a María.

Carola escribió una carta a Connie.

Las ideas son regalos, la comunicación se da, quien habla es el emisor, el público es el receptor, conocer es tener^[63].

La posición en el espacio es una de las dos metáforas fundamentales del lenguaje, utilizada para miles de significados. La otra es la fuerza, el acto y la causa. Leonard Talmy señala que en cada uno de los siguientes pares, las dos oraciones se refieren al mismo suceso, pero los sucesos nos parecen diferentes:

La pelota rodaba por el césped.
La pelota siguió rodando por el césped.

Juan no sale de casa.
Juan no puede salir de casa.

Luis no cerró la puerta.
Luis dejó de cerrar la puerta.

Estela es educada con él.
Estela es amable con él.

Margarita debió de ir al parque.
Margarita debe ir al parque.

La diferencia es que la segunda oración nos hace pensar en un agente que ejerce fuerza para superar una resistencia o dominar alguna otra fuerza.

En la segunda oración que habla de la pelota en el césped, la fuerza es literalmente física. Pero en el caso de Juan, la fuerza es un *deseo*: un deseo de salir que ha sido restringido. De forma similar, la segunda oración sobre Luis parece albergar una fuerza psíquica que le impulsa a cerrar la puerta y otra que la domina. En el caso de Estela, esas psicodinámicas son transmitidas a través de la mera elección del adjetivo *amable*. En la primera de las oraciones de Margarita, el sujeto es impulsado al parque por una fuerza externa a pesar de una resistencia física. En la segunda, es impulsada por una fuerza interna que sobrepasa una resistencia externa.

La metáfora de la fuerza y la resistencia es aún más explícita en esta familia de oraciones

Fran forzó la puerta para que se abriera.
Fran forzó a Elisa a salir.
Fran se forzó a salir.

La misma palabra fuerza se utiliza de forma literal y metafórica, con un hilo de significado que apreciamos fácilmente. Tanto las oraciones sobre movimiento como las oraciones sobre deseo aluden a la dinámica isla bola de billar en la cual un agonista tiene una tendencia intrínseca al movimiento o al reposo, y a él se le opone un antagonista más débil o más fuerte, que hace que uno o ambos se paren o avancen.

Es la teoría del ímpetu de la que hablamos anteriormente en este capítulo, el núcleo de nuestra teoría intuitiva de la física^[64].

El espacio y la fuerza impregnan el lenguaje. Muchos científicos cognitivistas (entre quienes me cuento) han concluido a partir de su investigación sobre el lenguaje que un puñado de conceptos acerca de lugares, trayectorias, movimientos, acción y causación subyace a los significados literales o figurativos de decenas de miles de palabras y construcciones, no sólo en nuestro idioma sino en otras lenguas estudiadas^[65]. El pensamiento que subyace a la frase *Mimi dio la casa a María* sería algo así como «Mimi causa que [la casa pase desde el punto de vista de su propiedad de Mimi a María]». Estos conceptos y relaciones parecen ser el vocabulario y la sintaxis del lenguaje del pensamiento (*mentalés*). Dado que el lenguaje del pensamiento es combinatorio, estos conceptos elementales pueden combinarse en ideas cada vez más complejas. El descubrimiento de porciones del vocabulario y de la sintaxis del *mentales* es una reivindicación del «pensamiento remarcable» de Leibniz: «Esa clase de alfabeto de los pensamientos humanos puede ser descompuesto y cada una de las cosas puede descubrirse y juzgarse al comparar las letras de este alfabeto y al analizar las palabras elaboradas a partir de ellas»^[66]. Y el descubrimiento de que los elementos del *mentalés* están basados en lugares y proyectiles tiene consecuencias tanto para saber de dónde proviene el lenguaje del pensamiento como de qué modo lo utilizamos en la época moderna.



Otros primates puede que no piensen en historias, relatos, herencias, reuniones y semáforos, pero de hecho piensan en rocas, palos y madrigueras. El cambio evolutivo opera a menudo copiando las partes del cuerpo y jugando con la copia. Por ejemplo, las partes de la boca de los insectos son piernas modificadas. Un proceso similar puede que nos haya dado nuestro lenguaje del pensamiento. Supongamos que se copiasen los circuitos ancestrales dedicados al razonamiento espacial y la fuerza, las relaciones de las copias con los ojos y los músculos quedasen cortadas y por tanto las referencias al mundo físico, desleídas. Los circuitos podrían servir como un andamiaje cuyas ranuras se llenan de símbolos que representan asuntos más abstractos como estados, propiedades, ideas y deseos. Los circuitos conservarían sus capacidades computacionales, seguirían calculando entidades que están en un estado en un momento dado, que cambian de un estado a otro y superan entidades con una valencia opuesta. Cuando el nuevo y abstracto ámbito tiene una estructura lógica que refleja los objetos en movimiento —un semáforo tiene un color en un momento dado, pero oscila entre tres colores; las interacciones sociales impugnadas están determinadas por la más fuerte de las dos voluntades enfrentadas— los viejos circuitos pueden realizar un trabajo inferencial útil. Difunden su abolengo como

simuladores de espacio y fuerza a través de las metáforas que inducen, una suerte de vestigio de órgano cognitivo^[67].

¿Hay razones para creer que es de esta forma como evolucionó nuestro lenguaje del pensamiento? Algunas. Los chimpancés, por ejemplo, y presumiblemente los antepasados que eran comunes a ellos y a nuestra especie, son curiosos manipuladores de objetos. Cuando son adiestrados en la utilización de símbolos o gestos, pueden hacer que representen el acontecimiento que supone ir hacia un lugar o colocar un objeto en un sitio. El psicólogo David Premack ha demostrado que los chimpancés pueden aislar las causas. Si se les muestra un par de imágenes del tipo antes y después, como una manzana y un par de medias manzanas o una hoja de papel con garabatos junto a otra limpia, indagan el objeto que causó el cambio, un cuchillo en el primer caso y una goma de borrar en el segundo. Por tanto, los chimpancés no sólo maniobran en el mundo físico, sino que tienen pensamientos independientes acerca de él. Tal vez la circuitería que se halla detrás de esos pensamientos fue cooptada en nuestro linaje para unas tipologías de causación más abstractas^[68].

¿Cómo sabemos que las mentes de los seres humanos vivos realmente aprecian los paralelismos entre, pongamos por caso, la presión social y física o entre el espacio y el tiempo? ¿Cómo sabemos que no nos limitamos a usar metáforas muertas de forma incomprensible, como cuando hablamos de desayuno sin pensarlo como «dejar el ayuno»? En primer lugar, las metáforas de espacio y fuerza han sido reinventadas repetidas veces, en docenas de familias de lenguajes de un extremo a otro del planeta^[69]. En mi ámbito de trabajo como psicólogo, el estudio de la adquisición del lenguaje infantil, se presentan pruebas aún más evidentes. La psicóloga Melissa Bowerman descubrió que los niños en edad preescolar acuñan de forma espontánea sus *propias* metáforas en las que el espacio y el movimiento simbolizan relaciones de posesión, circunstanciales, temporales y de causación:

Ponme sólo pan y mantequilla.

La madre quita la pelota al niño y se la da a la niña.

Los hago crujir más fuerte [mientras se saca la cascara a un cacahuete].

Le puse parte de la manga azul, y la taché de rojo [mientras se colorea el dibujo de un vestido].

¿Puedo leer un poco después de la cena?

Hoy hacemos las maletas porque mañana no tendremos bastante espacio para hacerlo.

El viernes está antes del sábado y el domingo, así que no hay sábado ni domingo si no paso por el viernes.

Mi muñeca está masticada por alguien... pero no por mí.
Hubieron de parar a partir de una luz roja^[* ita ed.].

Los niños no pueden haber heredado las metáforas de hablantes anteriores; la ecuación del espacio y las ideas abstractas les llegan de una manera natural^[70].

El espacio y la fuerza son tan básicos para el lenguaje que difícilmente cabe considerarlas metáforas, o al menos no en el sentido de los dispositivos literarios utilizados en la poesía y la prosa. *No hay modo* de hablar de posesión, circunstancia y tiempo en una conversación ordinaria sin utilizar palabras como *ir*, *conservar* y *estar en*. Y las palabras no activan el sentido de un desplazamiento de la diferencia que guía una genuina metáfora literaria. Todos sabemos cuándo nos enfrentamos a una figura del lenguaje. Tal como Jackendoff señala, resulta natural decir: «Cierto es que el mundo no es *realmente* un escenario, pero si lo fuera, podríamos dedicar la infancia es el primer acto». En cambio, resultaría extraño decir «Cierto que las reuniones no son *realmente* puntos en movimiento, pero si lo fueran, podríamos decir que ésta fue de las tres a las cuatro»^[71]. Los modelos de espacio y fuerza no actúan como figuras del lenguaje destinadas a transmitir nuevas intuiciones, sino que parecen ser más próximos al medio del propio pensamiento. Sospecho que aquellas partes de nuestra dotación mental que se ocupaban del tiempo, los seres animados, las mentes y las relaciones sociales fueron copiadas y modificadas en el decurso de nuestra evolución a partir del módulo que tenemos para la física intuitiva y que compartimos, en parte, con los chimpancés.

Las metáforas se pueden construir a partir de metáforas, y continuamos adoptando pensamientos concretos cuando exigimos que nuestras ideas y palabras abarquen nuevos ámbitos. En algún punto entre las construcciones básicas que se utilizan para el espacio y el tiempo en el idioma inglés, por ejemplo, y las excelencias de su utilización en Shakespeare, hay un vasto inventario de metáforas cotidianas que expresan la mayor parte de nuestra experiencia. George Lakoff y el lingüista Mark Johnson confeccionaron una lista con las «metáforas con las que convivimos», es decir, las ecuaciones mentales que abarcan docenas de expresiones:

ARGUMENTO COMO GUERRA

Sus afirmaciones son *indefendibles*.

Atacó todos y cada uno de los puntos *débiles* en mi argumentación.

Sus críticas fueron *directas al blanco*.

Nunca le *gané* argumentando.

VIRTUD COMO ALTURA

Es una persona de gran *altura* moral.
Es una ciudadana de *altas* aspiraciones.
Fue una *baja* argucia.
No lo hagas *bajo* cuerda.
No te *inclines* ante ése; está *por debajo* de mí.

AMOR COMO PACIENTE

Es una relación *enfermiza*.
Viven un matrimonio *sano*.
Este matrimonio está *muerto*; no puede ser *reanimado*.
Es un asunto *cansado*.

IDEAS COMO ALIMENTO

Lo dicho me dejó un *nial* sabor de boca.
Todo lo que tiene este artículo son ideas a *medio cocinar* y teorías *refritas*.
No puedo *tragarme* esa afirmación.
Es *alimento* para el espíritu.

En cuanto se toma conciencia de esta poesía pedestre, encontramos que se halla presente en todas partes. Las ideas no sólo son comida sino edificios, personas, plantas, productos, bienes de consumo, dinero, herramientas y modas. El amor es una fuerza, locura, magia y guerra. El campo visual es un contenedor, la autoestima es un objeto quebradizo, el tiempo es dinero, la vida es un juego de azar^[72].



La ubicuidad de la metáfora nos aproxima a una resolución para la paradoja de Wallace. La respuesta a la pregunta «¿por qué la mente humana está adaptada a pensar entidades abstractas arbitrarias?», consiste en decir que, en realidad, no lo está. A diferencia de los ordenadores y las reglas de la lógica matemática, no pensamos a base de F , x e y . Hemos heredado un bloc de formas que captan los rasgos esenciales de encuentros entre objetos y fuerzas, y los rasgos de otros temas importantes de la condición humana como, la lucha, la comida y la salud. Al borrar los contenidos y al llenar los blancos con nuevos símbolos, adaptamos nuestras formas heredadas a ámbitos más abstrusos. Algunas de estas revisiones puede que tengan lugar en nuestra evolución, dándonos categorías mentales básicas como, por

ejemplo, propiedad, tiempo y voluntad a partir de formas que originariamente estaban diseñadas para una física intuitiva. Otras revisiones tienen lugar mientras vivimos nuestras vidas y luchan con denuedo por desbrozar los nuevos reinos del saber.

Aun el más recóndito de los razonamientos científicos es un ensamblaje de metáforas mentales de miras cerradas. Hacemos que nuestras facultades arranquen los secretos de los dominios en los que fueron diseñadas para ser operativas y utilicen su maquinaria para interpretar nuevos ámbitos que, en abstracto, se asemejan a los antiguos. Las metáforas en las que pensamos son plagiadas no sólo de escenarios básicos como, por ejemplo, la animación o el choque, sino de modos completos de conocimiento. Para hacer biología académica, tomamos el modo que tenemos de comprender y entender el funcionamiento de los artefactos y lo aplicamos a los organismos. Para hacer química, tratamos la esencia de algo natural como si fuera una colección de objetos diminutos, que chocan, rebotan y son viscosos. Para hacer psicología, tratamos la mente como algo natural.

El razonamiento matemático resta y añade a las otras partes de la mente. Gracias a los gráficos, nosotros los primates captamos las matemáticas con nuestros ojos y con nuestra imaginación. Las funciones son formas (lineales, planas, inclinadas, transversales, uniformes) y operar es hacer garabatos en la imagenería mental (rotar, extrapolar, llenar, trazar)^[73]. En cambio, el pensamiento matemático ofrece nuevos modos de comprender el mundo. Galileo escribió que «el libro de la naturaleza está escrito con caracteres matemáticos; sin la ayuda del lenguaje de las matemáticas es imposible comprender ni tan sólo una de sus palabras».

El aforismo de Galileo no sólo se aplica a las pizarras llenas de ecuaciones de un departamento de física, sino también a las verdades elementales que damos por sentadas. Las psicólogas Carol Smith y Susan Carey hallaron que los niños tienen extrañas creencias acerca de la materia. Saben que un montón de arroz tiene un peso pero afirman que un grano de arroz no pesa nada. Cuando se les pide que corten imaginariamente un trozo de metal repetidas veces por la mitad, dicen que se llegaría a un trozo tan pequeño que ya no ocuparía espacio o no tendría metal dentro. No son incapacitados mentales. Cada acontecimiento físico tiene un umbral por debajo del cual ninguna persona o aparato puede detectarlo. La división repetida de un objeto da como resultado objetos demasiado pequeños como para ser detectados; una colección de objetos cada uno de los cuales cae por debajo del umbral, pueden ser detectables en masa. Smith y Carey señalan que encontramos absurdas las creencias de los niños porque construimos la materia sirviéndonos de nuestro concepto de número. Sólo en el reino de las matemáticas, la repetida división de una cantidad positiva siempre da una cantidad positiva, y si a cero le sumamos repetidamente cero, siempre da cero. La comprensión que tenemos del mundo físico es más sofisticada que la de los niños, porque hemos fusionado las intuiciones que tenemos de los objetos con las intuiciones que tenemos del número^[74].

Por tanto, la visión fue cooptada para el pensamiento matemático, lo cual nos ayuda a ver el mundo. El entendimiento formado es un dispositivo enorme que consta de partes dentro de otras partes. Cada parte está construida a partir de modelos mentales o modos de conocer que son copiados, lavados de su contenido original, relacionados con otros modelos y ensamblados en partes más amplias, las cuales pueden a su vez ensamblarse en otras partes aún más amplias sin que exista un límite preciso. Dado que los pensamientos humanos son de naturaleza combinatoria (combinación de partes simples) y recursivos (las partes son incorporadas dentro de otras partes), las imponentes extensiones del conocimiento pueden ser exploradas con un inventario finito de herramientas mentales.

¡Eureka!

Y, entonces, ¿la genialidad del genio? ¿Cómo puede la selección natural explicar un Shakespeare, un Mozart, un Einstein, un Abdul-Jabbar? ¿Cómo hubiesen podido ganarse el sustento en la sabana del Pleistoceno seres como Jane Austen, Vincent van Gogh o Thelonious Monk?

Todos somos seres creativos. Siempre que colocamos un objeto útil en la pata de una mesa coja o pensamos en un nuevo modo para hacer que un niño se enfunde el pijama, hemos hecho un uso de nuestras facultades para crear un resultado original y nuevo. Con todo, los genios creativos se distinguen no sólo por sus obras extraordinarias, sino por su modo extraordinario de obrar. Su modo de pensar no es como el mío o el del lector. Irrumpen en la escena como prodigios, como *enfants terribles*, como elementos incontrolables. Escuchan a su musa y desafían el saber convencional. Trabajan cuando la inspiración les agujonea, y avanzan saltando al ritmo de su intuición mientras el resto de los mortales recorremos despacio con pasos infantiles los caminos trillados. Apartan un problema y lo dejan incubarse en el inconsciente; luego, sin previo aviso, una bombilla se les enciende y una solución completamente formulada les es presentada. ¡Aja! El genio nos deja obras maestras, un legado que atestigua una creatividad irreprimida del inconsciente. Woody Allen captó la imagen en sus hipotéticas cartas de Vincent van Gogh en el relato «Si los impresionistas hubiesen sido dentistas». Vincent escribe a su hermano preso de angustia y desesperación: «La señora Sol Schwimmer me ha demandado ante los tribunales porque le hice el puente tal y como lo sentía, ¡y no para que se ajustara a su ridícula boca! ¡Así es! ¡No puedo trabajar por encargo como si fuera un tendero! ¡Me decidí por un puente que debía ser enorme y ondulante, con los dientes sobresaliendo con fiereza y reventones como las llamas de un incendio, que salen en todas direcciones! ¡Ahora está preocupada y molesta porque el puente no se ajusta a su boca!... Intenté forzar la placa postiza y hacer que entrara en su boca, pero aún

sobresale como si fuera una lámpara de araña que cuelga del techo llena de cristales multicolores. Y aun así, ¡lo encuentro hermoso!»^[75].

La imagen del genio fue una creación del movimiento romántico de fines del siglo XVIII y comienzos del XIX, y en la actualidad se halla firmemente arraigada. Los consejeros de creatividad se llevan miles de dólares de las empresas para organizar dilbertescos seminarios sobre lluvia de ideas, pensamiento lateral y pensamiento proveniente del lado derecho del cerebro, de los cuales se garantiza que convierten a cualquier directivo en un Edison. Se han construido elaboradas teorías para explicar el misterioso potencial que tiene el inconsciente de los sueños para resolver problemas. Al igual que Alfred Russel Wallace, algunos han concluido que no puede haber ninguna explicación natural de la creatividad del genio. De los manuscritos de Mozart se dice que no tienen ninguna corrección. Las obras tienen que haberse originado en la mente de Dios, que escogió expresar su voz a través de Mozart.

Por desgracia, las personas creativas lo son más cuando escriben sus autobiografías. Los historiadores han examinado con detalle sus diarios personales, los libros de notas, los manuscritos y la correspondencia en busca de signos de un profeta temperamental periódicamente sacudido por estallidos del inconsciente. Por desgracia, han descubierto que el genio creativo es más un Salieri que un Amadeus^[76].

Los genios son inconstantes. El genio típico paga sus deudas durante al menos diez años antes de hacer una aportación con algo que tenga un valor duradero. (Mozart compuso sinfonías a los ocho años de edad, pero no eran muy buenas; su primera obra maestra llegó en el decimosegundo año de su carrera). Durante el aprendizaje los genios quedan absortos en su género. Absorben decenas de miles de problemas y soluciones, de modo que ningún desafío es completamente nuevo y pueden basarse en un vasto repertorio de motivos y estrategias. Mantienen la mirada fija en la competición y un dedo levantado para saber por dónde sopla el viento, no sólo son perspicaces, sino afortunados en la elección que hacen de los problemas. (Aquellos otros que son desafortunados, por mucho talento que tengan, no son recordados como genios). Son muy conscientes de la estima en que los otros les tienen, así como de su lugar en la historia. (El físico Richard Feynman escribió dos libros en los que describía lo brillante, lo irreverente y lo admirado que era, y a uno de ellos le puso por título *¿Qué más te da lo que los otros piensen de ti?*) Trabajan día y noche, y nos legan muchas obras de subgenios. (Wallace pasó el final de su carrera intentando comunicarse con los muertos). Los interludios que los genios pasan apartados de un problema son de ayuda, no porque éste fermenta en el inconsciente, sino porque se hallan exhaustos y necesitan descanso (y posiblemente de este modo pueden olvidarse de los callejones sin salida). No reprimen un problema, sino que se comprometen en una «preocupación creativa», y la epifanía creativa no es un golpe maestro, sino un pellizco de un intento anterior. Revisan interminablemente y se van acercando de forma gradual a su ideal.

A los genios, ciertamente, se les han repartido en esta mano de la partida genética cuatro ases, pero no son monstruos con mentes marcadamente distintas a las nuestras o a cualquier otra que podamos imaginar que ha evolucionado en una especie que siempre ha vivido de sus talentos. El genio crea buenas ideas porque todos creamos buenas ideas, función que cumplen las mentes combinatorias y adaptadas que tenemos.

6

EXALTADOS COMPULSIVOS

El 13 de marzo de 1996, Thomas Hamilton entró en una escuela primaria de Dunblane, Escocia, llevando consigo dos revólveres y dos pistolas semiautomáticas. Tras herir a miembros del profesorado que habían intentado detenerle, se dirigió al gimnasio, donde una clase de párvulos hacía el recreo. Allí disparó a veintiséis niños, dieciséis de los cuales recibieron heridas mortales, y mató a la maestra, antes de apuntarse finalmente con el arma y suicidarse. «Ayer nos visitó el diablo y no sabemos por qué», declaró al día siguiente el director del colegio, y añadió: «No hay modo alguno de comprenderlo y pienso que nunca lo conseguiré».

Con toda probabilidad nunca comprenderemos qué indujo a Hamilton a cometer aquellos infames actos, si bien lo cierto es que las noticias acerca de actos de personas solitarias y amargadas que perpetran una inútil venganza resultan ya turbadoramente familiares. Hamilton, de quien se sospechaba que era pedófilo, fue obligado a dimitir como jefe de los scouts; tras aquel incidente formó su propio grupo de jóvenes a fin de seguir trabajando con muchachos. Uno de aquellos grupos soba celebrar su asamblea en el gimnasio de la escuela de Dunblane hasta que los responsables de la institución, en respuesta a las quejas recibidas de los padres por la extraña conducta de Hamilton, le obligaron a dejar de hacerlo. Entonces su persona se convirtió en el blanco de sátiras y cotilleos, y en la zona se le apodaba —sin duda por buenas razones— «*Mr. Horror*». Pocos días antes de que perdiera el control había enviado una serie de cartas a los medios de comunicación y a la reina Isabel II en las cuales defendía su buen nombre y reputación, y pedía su readmisión en el movimiento scout.

La tragedia de Dunblane fue especialmente impactante porque nadie pensaba que pudiese producirse en un sitio como aquél, al ser como era Dunblane un pueblecito idílico y muy unido, donde la criminalidad urbana era algo desconocido. Dista mucho de la realidad en Estados Unidos, tierra de colgados y excéntricos, donde hay tantas armas como personas y en la que los desmanes asesinos llevados a cabo por carteros son tan comunes (una docena de incidentes en doce años) que incluso el término que se usa en argot para «perder los estribos» es «*going postal*» —hacerse cartero—, y las cosas no terminan ahí. Pero enloquecer no es algo exclusivo de Estados Unidos, de las naciones occidentales o, incluso, de las sociedades modernas. En inglés, el verbo enloquecer se expresa con la forma «*to run amok*», y el término *amok* (*amuck*) es una palabra malaya que se aplica a los actos homicidas que, de vez en cuando, cometen los varones indonesios solitarios que han sufrido un desengaño amoroso, una pérdida

de dinero o han sido deshonrados. El síndrome ha sido descrito así mismo en culturas mucho más alejadas a la de Occidente, como las tribus de cazadores y recolectores que viven en Papua Nueva Guinea.

Quien enloquece está evidentemente fuera de sí, es un autómatas que se ha vuelto inconsciente de su entorno y al cual no se puede acceder ya ni suplicándole ni amenazándole. Con todo, antes de que llegue a desbocarse se incubó un largo proceso de postrada meditación sobre el fracaso, y el acto que se cometerá pasa a ser planificado como un medio de liberación respecto a una situación que se ha vuelto ya insostenible. El estado de enloquecimiento es tan cognitivo que produce escalofríos y no lo desencadena ni un estímulo, ni un tumor, ni siquiera una saturación puntual aleatoria de sustancias químicas en el cerebro, sino una idea. La idea es tan estándar que el resumen, expuesto a continuación, de la disposición al enloquecimiento hecha por un psiquiatra en 1968 tras entrevistar a siete locos violentos que habían sido hospitalizados en Papua Nueva Guinea, es aún hoy una descripción adecuada de los pensamientos que hace ya décadas tenían asesinos en serie que vivían en otros continentes:

No es que sea un hombre importante o un «pez gordo». Sólo tengo un sentido personal de la dignidad. Mi vida se ha visto reducida a nada por un intolerable insulto. Por tanto, nada tengo que perder excepto mi vida, que ahora es nada, y por tanto cambio mi vida por la suya, dado que la suya está mejor. El cambio me favorece, así que no sólo le mataré a él sino a muchos como él y, al hacerlo, me rehabilitaré a los ojos del grupo al que pertenezco, aun cuando pueda llegar a morir cuando lo haga^[1].

Este síndrome es un ejemplo extremo del complejo mosaico que forman las emociones humanas. Si a primera vista parecen exóticas, al ser examinadas con mayor detenimiento resultan ser universales. En su quintaesencia irracional, las emociones con toda su universalidad antropológica se hallan finamente entretejidas con el pensamiento abstracto y tienen su propia y fría lógica.

La pasión universal

Una táctica familiar para mostrar que uno es una persona de mundo consiste en hacer saber a quienes nos escuchan que cierta cultura carece de una emoción que nosotros tenemos, o tienen una que a nosotros nos falta. Supuestamente, los pueblos *inuit utku*, aquellos que englobamos erróneamente con el término «esquimales», no tienen ningún término para expresar ira o cólera, y de ahí se concluía que no sienten la emoción descrita por nosotros mediante esas palabras. De los tahitianos se cuenta que no sienten culpabilidad, tristeza, nostalgia o soledad, y describen lo que para nosotros es el pesar en términos de fatiga, enfermedad o agotamiento físico. De las madres de Esparta se decía que sonreían cuando se les decía que sus hijos habían

muerto en combate. En las culturas latinas aún impera el comportamiento machista, mientras la japonesa se halla regida por el temor de avergonzar a la familia. En una entrevista que me hicieron sobre el tema del lenguaje, me preguntaron: «¿Qué le parece que los judíos tengan una palabra, *naches*, para expresar el orgullo que sienten por los logros de un hijo?». Otra de las preguntas fue: «¿No le dice nada de la psique teutónica el hecho de que el idioma alemán tenga la palabra *Schadenfreude*, para expresar el placer que causan los infortunios ajenos?».

Cierto es que las culturas difieren en cuanto a la frecuencia con que sus miembros se expresan, hablan y actúan tomando como base varias emociones, pero ello nada dice acerca de qué sienten esas personas. Las pruebas sugieren que sobre un mismo tablero se juegan las emociones de todos los miembros normales de nuestra especie^[2].

Los signos más accesibles de las emociones son las expresiones faciales, no exentas de cierto candor. Darwin, cuando preparaba la obra *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, hizo circular un cuestionario entre algunas personas que interactuaban con poblaciones aborígenes de los cinco continentes, entre ellas, poblaciones que habían tenido escaso contacto con los europeos. Darwin, al tiempo que les instaba para que respondieran con detalle basándose en la observación y no en la memoria, les pedía que describieran de qué modo los nativos expresaban asombro, vergüenza, indignación, concentración, pena, alegría, desprecio, obstinación, repugnancia, miedo, resignación, mal humor, culpabilidad, malicia, celos, así como el modo en que decían «sí» y «no». He aquí un ejemplo de este cuestionario:

5. En la depresión, ¿están caídos los ángulos de la boca y el extremo inferior de las cejas alzado por ese músculo que los franceses llaman «músculo de la pena»? En este estado, las cejas se ponen un poco oblicuas, con un pequeño abultamiento en su extremo interno. La frente está atravesada en su zona media por arrugas, aunque no a todo lo ancho, como ocurre cuando las cejas se alzan por una sorpresa.

Darwin resumía las respuestas con estas palabras: «De la información así reunida se deduce que el mismo estado de ánimo se expresa en todo el mundo con notable uniformidad. Este hecho es interesante por sí mismo como prueba de la estrecha similitud de estructuras corporales y tendencias de la mente en todas las razas humanas»^[3].

A pesar de que Darwin pudo haber sido algo parcial con sus informantes al plantearles las preguntas, lo cierto es que la conclusión a la que llegó dio pie al nacimiento de la investigación contemporánea. Cuando el psicólogo Paul Ekman empezó a estudiar las emociones en la década de 1960, las expresiones faciales fueron consideradas signos arbitrarios que el niño pequeño aprende cuando sus muecas aleatorias son recompensadas o castigadas. De las expresiones que parecen ser universales, se pensó que respondían a la universalización de los modelos occidentales; ninguna cultura quedaba ya exenta del alcance de figuras como John

Wayne y Charlie Chaplin. Ekman reunió fotografías que retrataban el modo en que se expresaban seis emociones diferentes; a continuación fueron mostradas a personas procedentes de muchas otras culturas, entre ellas los *fore*, una etnia aislada de cazadores-recolectores que vive en Papua Nueva Guinea, y les pidieron que las etiquetaran o construyeran una historia que explicara aquello por lo cual suponían que la persona retratada había pasado. Todos reconocían emociones como la alegría, la tristeza, la ira, el miedo, la aversión y la sorpresa. Por ejemplo, un individuo de la tribu *fore* dijo que los norteamericanos que mostraban miedo en la fotografía debían de haber visto un jabalí. Invirtiendo el procedimiento, Ekman fotografió a sus informadores de la tribu *fore* cuando reaccionaban ante situaciones expresadas por oraciones como, «un amigo ha llegado y te sientes alegre», «ha muerto tu hijo», «te sientes enojado y a punto de pelearte» y «ves un cerdo que ha muerto hace bastante tiempo». Las expresiones que mostraban las fotografías tomadas entonces eran inequívocas.

Cuando Ekman empezó a presentar lo que había hallado ante un congreso de antropólogos a fines de la década de 1960, sufrió un atropello. Un destacado antropólogo se levantó de entre el público asistente y gritó que a Ekman no se le debía permitir que continuara hablando porque sus afirmaciones eran propias de un fascista. En otra ocasión, un activista afroamericano le llamó racista por afirmar que las expresiones faciales de los negros no eran diferentes a las de los blancos. Ekman estaba perplejo porque para él si su trabajo tenía alguna moral política implícita, ésta no era otra que afirmar la unidad y la solidaridad entre las razas. En cualquier caso, otros trabajos han llegado a las mismas conclusiones y en la actualidad son en cierta forma ampliamente aceptadas (aunque, todo hay que decirlo, existen controversias acerca de cuáles son las expresiones que entran en la lista de las universales, qué amplitud contextual es precisa para interpretarlas, así como cuál es el grado de su vinculación reflexiva con cada emoción). Además, otra de las observaciones hechas por Darwin ha sido corroborada: los niños que son ciegos o sordos de nacimiento, muestran en sus rostros prácticamente la gama completa de las emociones^[4].

Entonces, ¿por qué tantas personas creen que las emociones difieren de una cultura a otra? Las pruebas en las que se basan son mucho más indirectas que aquellas en que se apoyaron los informantes de Darwin o en las que se basaron los experimentos llevados a cabo por Ekman. Además, proceden de dos fuentes que en absoluto son fiables como interpretaciones de los pensamientos de las personas: su lenguaje y opiniones.

El comentario corriente que incide sobre el hecho de un lenguaje o idioma tenga o no una palabra para expresar una emoción, tiene poco sentido. En *El instinto del lenguaje* sostuve que la influencia del lenguaje en el pensamiento ha sido exagerada, y lo mismo cabe sostener de la influencia del lenguaje en la forma de sentir. Que un lenguaje o idioma concreto tenga una palabra para expresar una emoción, es algo que depende de la habilidad del traductor y de las peculiaridades de la gramática, así

como de la historia. Un lenguaje acumula un amplio vocabulario, en el cual figuran palabras para expresar emociones, siempre que haya tenido artífices de la palabra influyentes, haya estado en contacto con otros idiomas, disponga de reglas para formar nuevas palabras a partir de otras ya incorporadas al idioma y cuente con una competencia y dominio extensamente implantado en la población, lo cual permite a su vez que se generalice el uso de las palabras de nuevo cuño. Cuando un lenguaje ha carecido de estos estimulantes, las personas describen cómo se sienten mediante circunloquios, metáforas, metonimias y sinécdoques. Cuando, por ejemplo, una mujer tahitiana afirma «mi marido murió y me siento enferma», su estado emocional apenas es un misterio para nadie, y podemos apostar lo que queramos a que no se queja porque sienta acidez de estómago. Incluso un lenguaje con un abundante vocabulario tiene palabras que recubren sólo una fracción de la experiencia emocional. El autor G. K. Chesterton escribió:

El hombre sabe que en el ánimo hay matices más asombrosos, más innumerables y más inenabrazables que matices de colores presenta un bosque en otoño... Con todo, cree seriamente que estas cosas pueden, en todos sus tonos y semitonos, en todas sus mixturas y uniones, ser representadas de forma precisa por un sistema arbitrario de gritos y chillidos. Cree que un civilizado agente del mercado de bolsa corriente puede en realidad producir desde su interior sonidos que denotan todos los misterios de la memoria y todas las agonías del deseo.

Cuando hablantes de una lengua como, por ejemplo, el inglés o el español, oyen la palabra alemana *Schadenfreude* por primera vez, su reacción no es: «Veamos... placer por el infortunio de otra persona... ¿qué podría significar? No capto el concepto; ni mi idioma ni mi cultura tienen esta voz». Su reacción es más bien: «¿Quieres decir que hay una *palabra* para decir eso? ¡Fenómeno!». Ciertamente eso fue lo que debió de pasarles por la cabeza a los escritores que hace un siglo introdujeron la palabra *Schadenfreude* en el inglés escrito. Por otro lado, las palabras nuevas que describen emociones son rápidamente asimiladas, sin que medien definiciones tortuosas; a menudo provienen de otros idiomas (*ennui, angst, naches, amok, cool*), de subculturas como las de los músicos y drogadictos (como las palabras *blues, funk, juiced [picado], wasted [hecho polvo], rush [acelerado], high [subido], freaked out [darse un chute]* en inglés [español]) y del argot general (*pissed [mala leche], bummed [gorronear], grossed out [asqueroso], blown away [flipado]...*). Nunca he oído una emoción extranjera cuyo significado no sea instantáneamente reconocible.

Las emociones de los seres humanos son tan parecidas que un filósofo tuvo que forjar una de genuinamente extraña. En un ensayo denominado «Mad Pain and Martian Pain», David Lewis define el dolor demente —*mad pain*— como sigue:

Podría haber un extraño hombre que a veces sintiese dolor, tal como nosotros lo hacemos, pero cuyo dolor difiriera enormemente del nuestro tanto en sus causas como en sus efectos. Nuestro dolor suele estar causado por cortes, quemaduras, golpes y cosas similares; el suyo, en cambio, lo estaría por realizar un ejercicio moderado con el estómago vacío. Nuestro dolor es en general molesto; el suyo, en cambio, dirigiría

su mente a las matemáticas, le facilitaría la concentración en ellas aunque lo abstrajera de cualquier otra cosa. El dolor intenso no tendría tendencia alguna a hacer que gimiera o se retorciera, pero le haría cruzar las piernas y chasquear los dedos. De ningún modo estaría motivado a evitar el dolor o hacerlo desaparecer^[5].

¿Han descubierto los antropólogos una persona que padezca este dolor demente o algo igual de misterioso? Si se examinasen sólo los estímulos y las respuestas, así parecería. El antropólogo Richard Shweder señalaba: «Para un antropólogo, es un ejercicio hasta cierto punto trivial generar largas listas de acontecimientos antecedentes, (ingestión de orines de vaca, comer pollo cinco días seguidos tras la muerte del padre, besar los genitales de un bebé varón, ser halagada por estar embarazada, dar unos azotes a un hijo, tocar los pies o el hombro de alguien, que la esposa le llame por el nombre propio, *ad infinitum*) acerca de los cuales los juicios emocionales de un observador occidental no se corresponderían con la respuesta evaluativa del nativo»^[6]. Lo cual no deja de ser bastante cierto, pero si miramos un poco más en profundidad y nos preguntamos cómo *categorizamos* estos estímulos, las emociones suscitadas por las categorías nos hacen sentir a gusto. Para nosotros, los orines de vaca son una sustancia contaminante, mientras que la secreción de las glándulas mamarias de la vaca es un nutriente; en cambio, para otra cultura, las categorías en cuestión se invierten, pero todos sentimos aversión por los contaminantes. Para nosotros, que la esposa llame por el nombre propio a su marido no es una muestra de falta de respeto, pero si lo hace un extraño bien puede serlo, como lo es que el marido sea llamado por el nombre de la religión que profesa. En todos los casos, la falta de respeto desencadena la furia.

Pero ¿qué sucede con las afirmaciones que los informantes nativos hacen de que no tienen alguna de las emociones que nosotros sí tenemos? ¿Nuestras emociones son para ellos como el dolor demente del que hablaba Lewis? Debería responder que probablemente no. La afirmación que los *utku* de la etnia *inuit* hacen en el sentido de que no sienten furia, queda desmentida por su comportamiento: reconocen la furia y el enojo en los extranjeros, golpean a sus perros para disciplinarlos, estrujan a sus hijos hasta causarles daño y, a veces, se «acaloran». La antropóloga Margaret Mead fue la responsable de diseminar la increíble afirmación de que los samoanos no sabían lo que eran las pasiones: no había ira entre padres e hijos, no había furia entre un marido burlado y el seductor de su esposa, no había venganza, no había amor duradero ni luto, ni tampoco cuidados maternos, ni tensiones sobre la sexualidad, ni desconcierto juvenil. Derek Freeman y otros antropólogos descubrieron que la sociedad samoana de hecho tenía una delincuencia y resentimiento juvenil generalizados, profesaban un culto a la virginidad, se producían frecuentes violaciones y la familia de la víctima violada tomaba sus represalias; también demostraron que había frigidez, que se aplicaban duros castigos a los hijos, que existían los celos sexuales y que vivían con un fuerte sentimiento religioso^[7].

La existencia de estas discrepancias no debe sorprendernos. El antropólogo Renato Rosaldo señaló en cierta ocasión: «Una descripción antropológica tradicional

es como un libro de lo que está bien visto. Lo que en ella se pone no es tanto el saber cultural profundo, como los clichés culturales, el saber de Polonio, las convenciones que existen en un sentido trivial más que informativo. Tal descripción nos puede decir cuáles son las reglas oficiales, pero no dirá nada acerca de cómo la vida es vivida»^[8]. Las emociones, en especial, están a menudo reguladas por las reglas oficiales, al ser como son afirmaciones de los intereses de una persona. Para mí, la expresión de mis emociones puede ser una confesión de mis sentimientos más íntimos, pero, para la persona que me escucha, en cambio, puede muy bien ser la expresión de una queja y un gemido, y puede decirme que no tengo derecho a quejarme. Además, para quienes están en el poder, las emociones de los otros son aún más fastidiosas, es decir, conducen a incomodidades como cuando las mujeres, por ejemplo, valoran a los hombres en su calidad de esposos e hijos y no en su mero ser carne de cañón; cuando los hombres se pelean entre sí cuando podrían luchar contra el enemigo y los hijos se enamoran de un alma gemela en lugar de aceptar una prometida que cimentaría un importante acuerdo entre familias. Muchas sociedades hacen frente a estas incomodidades y molestias intentando regular las emociones y extendiendo la desinformación que consiste en afirmar que no existen.

Ekman ha demostrado que las culturas difieren principalmente en el modo en que las emociones se expresan en público. En este sentido, filmó sin ser percibido las expresiones de estudiantes norteamericanos y japoneses cuando contemplaban unas secuencias horribles que aludían a un ritual primitivo de iniciación a la pubertad. (Los investigadores que se dedican al estudio de las emociones disponen de extensas colecciones de materiales asquerosos). Cuando un experimentador ataviado con su bata blanca se hallaba presente en la sala y les entrevistaba, los estudiantes japoneses sonreían de forma educada mientras visionaban las mismas escenas que hacían retroceder de espanto a los norteamericanos. Pero cuando los sujetos del experimento se quedaban solos, los rostros de japoneses y norteamericanos reflejaban un horror igual.

Máquinas sintientes

El movimiento romántico en la filosofía, la literatura y el arte se inició hace unos dos siglos, y desde entonces las emociones y el intelecto han sido asignados a reinos diferentes uno de otro. Las emociones provienen de la naturaleza y viven en el cuerpo. Son intuiciones e impulsos irracionales y ardientes, que siguen los imperativos de la biología. El intelecto proviene de la civilización y vive en la mente. Es un deliberado calculador que sigue los intereses del yo y la sociedad manteniendo las emociones a raya. Los románticos creen que las emociones son la fuente de la sabiduría, de la inocencia, de la autenticidad y de la creatividad, y no deben ser

reprimidas por los individuos o la sociedad. A menudo los románticos reconocen la existencia de una faceta oscura, el precio que debemos pagar por la grandeza artística. Cuanto el antihéroe de *La naranja mecánica* de Anthony Burgess acaba teniendo sus impulsos violentos condicionados desde fuera, pierde su gusto por escuchar la música de Beethoven. El romanticismo domina la cultura popular de los Estados Unidos contemporáneos, como sucede, por ejemplo, en el *ethos* dionisiaco de la música rock, en la psicología pop que manda estar en contacto con los propios sentimientos y las fórmulas hollywoodienses que proyectan en las pantallas y la sociedad las figuras de bobalicones y jóvenes profesionales emprendedores sabelotodos que se adentran incidentalmente en el lado salvaje de la vida.

La mayoría de los científicos aceptan de forma tácita las premisas del romanticismo aun cuando disienten respecto a su moral. Las emociones irracionales y el intelecto represivo vuelven a parecer revestidos con sus atuendos científicos: el *id* y el *superego*, los instintos biológicos y las normas culturales, el hemisferio derecho y el hemisferio izquierdo, el sistema límbico y el córtex cerebral, el bagaje evolutivo de nuestros antepasados animales y la inteligencia general que nos impulsó a alcanzar la civilización.

En este capítulo me permitiré exponer una teoría de las emociones que, de forma característica, no es romántica, ya que combina la teoría computacional de la mente, la cual nos dice que el sustento esencial de la psique es la información y no la energía, con la teoría moderna de la evolución, la cual reclama la ingeniería inversa del complejo diseño de los sistemas biológicos. Demostraré que las emociones son adaptaciones, módulos de software bien diseñados desde el punto de vista de su ingeniería para actuar de forma armónica con el intelecto y que son indispensables para el funcionamiento de la mente en su conjunto. El problema que plantean las emociones no es que sean fuerzas no domeñadas o vestigios de nuestro pasado animal, sino que estuvieron tramadas para propagar copias de genes que las construyeron y no para fomentar la felicidad, la sabiduría o los valores morales. A menudo decimos que un acto es «emocional» cuando es dañino para el grupo social, lesivo a largo plazo para la felicidad del actor, incontrolable e impermeable a la persuasión, o es el mero producto de un autoengaño. Resulta triste decirlo, pero estos resultados no son disfuncionalidades, sino precisamente lo que cabría esperar de emociones bien diseñadas desde el punto de vista de su ingeniería.



Las emociones son otra parte de la mente que ha sido descrita de forma prematura como un bagaje no adaptativo. El neurocientífico Paul MacLean tomó la doctrina romántica de las emociones y la tradujo en una teoría célebre aunque incorrecta, conocida con el nombre de «cerebro trino». Describió el cerebro humano como un palimpsesto evolutivo formado por tres capas. En la inferior, se hallan los ganglios

básales o Cerebro del Reptil, la sede de las emociones primitivas y egoístas que dirigen la alimentación, la lucha, la fuga y la conducta sexual. Implantado en este primer cerebro, se halla el sistema límbico o Cerebro Primitivo de los Mamíferos, que está dedicado a las emociones amables, educadas y sociales, como las que se hallan presentes en el ser padres. Envolviendo este segundo cerebro se halla el Cerebro Moderno de los Mamíferos, es decir, el neocórtex que creció sin parar durante la evolución humana y que alberga al intelecto. La creencia que hace de las emociones legados de un pasado animal se ha hecho así mismo familiar gracias a los documentales etológicos en los que gruñentes mandriles acaban transformándose a través de una secuencia ininterrumpida en ultras de fútbol, camorristas y gamberros, mientras la locución que acompaña el documental se atormenta reflexionando sobre si sabremos mostrarnos superiores a nuestros instintos y si sabremos evitar la hecatombe nuclear^[9].

Un problema de la teoría del cerebro trino es que las fuerzas de la evolución no se limitan a saltar de una capa a otra, manteniendo intactos los fundamentos. La selección natural ha de trabajar con lo que ya se halla a su alrededor, pero *modifica* lo que encuentra. La mayoría de las partes del cuerpo humano provenía de antiguos mamíferos y antes de ellos, de reptiles aún más antiguos, pero las partes integradas sufrieron una fuerte modificación para poder adecuarse a los rasgos que caracterizan el estilo de vida humano como es, por ejemplo, la postura erguida. Aunque en nuestro cuerpo se hallen presentes vestigios del pasado, son pocas las partes que quedaron inalteradas y permanecieron adaptadas a las necesidades de especies más antiguas. Incluso el apéndice intestinal es en realidad aprovechado por el sistema inmunitario. En este sentido, además, la circuitería que sirve para las emociones tampoco permaneció inalterada.

Admitamos que algunos rasgos forman parte hasta tal extremo del plan arquitectónico de un organismo que la selección es impotente para jugar con ellas y repararlas. ¿Deberíamos pensar que el software que gestiona las emociones fue grabado tan hondo en el cerebro que los organismos están condenados a sentir tal como lo hicieron sus antepasados remotos? Las pruebas y evidencias halladas afirman lo contrario: las emociones son fácilmente reprogramables. Los repertorios emocionales varían libremente entre los animales según sea su especie, sexo y edad. Entre los mamíferos, por ejemplo, se hallan el león y la oveja. Incluso entre los perros (una especie individual), a través de sólo unos pocos milenios de cría selectiva hemos obtenido razas tan distintas como el bulldog y el San Bernardo. El género más próximo al nuestro abarca tanto a los chimpancés comunes, cuyas bandas de machos masacran a bandas rivales y cuyas hembras pueden matar a los bebés de los otros miembros del grupo, como a los chimpancés pigmeos (bonobos), cuya filosofía es «haz el amor y no la guerra». Desde luego, algunas reacciones se hallan ampliamente compartidas entre las distintas especies —por poner sólo un caso, la de pánico cuando un individuo es recluido—, pero las reacciones han sido conservadas porque

son adaptativas para cualquier individuo. La selección natural no ha tenido una libertad completa para reprogramar las emociones, pero lo cierto es que ha tenido muchísima.

Además, el córtex cerebral humano no cabalga a lomos de un sistema límbico más antiguo ni sirve de punto terminal para una corriente de procesamiento que tenga su origen en tal sistema. Los sistemas funcionan en tándem, integrados por muchas conexiones cuyo movimiento se verifica en ambas direcciones. La amígdala del cerebelo, por ejemplo, un órgano en forma de almendra enraizado en el lóbulo temporal, alberga los circuitos principales que colorean nuestra experiencia con emociones. No sólo recibe señales simples (como son los ruidos fuertes) desde las estaciones inferiores del cerebro, sino también información abstracta y compleja procedente de los centros más superiores del cerebro. Esta amígdala a su vez emite señales a prácticamente todas las demás partes del cerebro, entre ellas, a la circuitería presente en los lóbulos frontales y responsable de la toma de decisiones^[10].

La anatomía refleja de forma especular la psicología. La emoción no consiste en salir corriendo ante la presencia de un oso, sino que es accionada por el procesamiento de información más sofisticado del que es capaz la mente como, por ejemplo, cuando leemos una carta que empieza con «Mi querido amigo» o cuando regresamos a casa y encontramos una ambulancia parada en la entrada. Además, las emociones ayudan a tramar planes intrincados para huir, vengarse, cumplir las ambiciones y cortejar a una persona. Por decirlo con las palabras que empleó Samuel Johnson: «Al depender de ello, señor, si un hombre sabe que le colgarán en quince días, su mente se concentra de maravilla».



El primer paso a dar en la ingeniería inversa de las emociones consiste en tratar de imaginarse qué sería una mente sin ellas. Es de suponer que el señor Spock, el maestro de la mente nacido en el planeta Vulcano en *Star Trek*, carecía de emociones (si se exceptúan aquel ocasional entrometerse de su faceta humana y el deseo vehemente que cada siete años le llevaba a regresar al planeta Vulcano para «fresar»). Pero la ausencia de emocionalidad de Spock venía a ser en realidad lo mismo que tener el mando, no perder nunca la cabeza, expresar fríamente verdades ingratas, entre otras muchas cosas. Con todo, debían de guiarle *ciertos* motivos o metas, es decir, debía de haber algo capaz de evitar que Spock se pasara la vida calculando el número hasta llegar, al cuatrillón de dígitos o memorizase el listín de teléfonos de una ciudad y su área metropolitana. Algo tuvo que haberle impulsado a explorar nuevos y extraños mundos, a buscar nuevas civilizaciones, así como a aventurarse por regiones estelares a las que ningún hombre había viajado antes. Habría que presumir que se trataba de su curiosidad intelectual, un impulso a plantear y resolver problemas, y a solidarizarse con sus aliados; por lo demás, todos ellos son otras tantas emociones.

Por otra parte, ¿qué haría Spock enfrentado a un depredador o a un klingon invasor? ¿Adoptar la postura del pino? ¿Demostrar el teorema de la convergencia topográfica de los cuatro colores? Es de suponer que una parte del cerebro movilizaría rápidamente sus facultades para calibrar las posibilidades de darse a la fuga y tomar medidas con el fin de evitar, en el futuro, situaciones de apurada vulnerabilidad. Dicho en pocas palabras, tendría miedo. Si bien puede que Spock no fuese impulsivo ni exaltado, en cambio habría tenido impulsos que le impeliesen a desplegar su intelecto en la prosecución de unas determinadas metas y no otras^[11].

Un programa de ordenador convencional es una lista de instrucciones que la máquina ejecuta hasta que llega a la cláusula STOP. La inteligencia, en cambio, de alienígenas, robots y animales precisa de un método más flexible de control. Recordemos que la inteligencia es la prosecución de metas enfrentándose y superando obstáculos. Sin metas, el concepto mismo de inteligencia carece de sentido. Para entrar en mi apartamento cerrado del que he perdido la llave, puedo forzar una ventana, abrirla y entrar por ella; puedo también llamar al propietario o mirar de llegar al picaporte introduciendo la mano por el buzón de la puerta. Cada una de estas metas se alcanza a través de una cadena de submetas. Mis dedos no llegarán hasta el picaporte, de modo que la submeta consiste en encontrar unas tenazas. Pero éstas se hallan dentro, de modo que construyo una submeta que consiste en encontrar una ferretería y comprar otras. Y así sucesivamente. La mayoría de los sistemas de inteligencia artificial se construyen en torno a medios y fines, del mismo modo en que lo hace el sistema de generación que fue descrito en el **capítulo 2**, con su serie de símbolos de meta mostrados en un tablón de anuncios y los demonios del software respondiendo a cada uno de ellos.

Pero ¿de dónde proviene la meta máxima, aquella que el resto del programa intenta alcanzar? En el caso de los sistemas de inteligencia artificial, tiene su origen en el programador, el cual la diseña para diagnosticar las enfermedades de la soja o predecir el índice Dow Jones de cotizaciones del día siguiente. En el caso de los organismos proviene de la selección natural. El cerebro se esfuerza por colocar al que es su propietario en circunstancias semejantes a aquellas que permitieron a sus antepasados reproducirse. (La meta del cerebro no es reproducirse, los animales desconocen los hechos de la vida, y las personas que en realidad los conocen, disfrutan subvirtiéndolos como sucede cuando, por ejemplo, utilizan métodos anticonceptivos). Las metas que se hallan instaladas en el *Homo sapiens*, esa especie social y resolvedora de problemas, no son precisamente la alimentación, la lucha, la fuga y la conducta sexual. En lo alto de la lista figuran la comprensión del entorno y garantizar la cooperación de los demás.

Y ésta es, y no otra, la clave de que tengamos emociones. Un animal no puede ir en pos de todas sus metas a la vez. Si un animal siente hambre y tiene sed, no se quedará a medio camino entre un arbusto con moras y un estanque con agua, como en aquella alegoría buridanesca del asno que, indeciso, no sabía en qué montón de paja

ir a comer. Tampoco se dedicará a mordisquear las moras, desplazarse hasta el estanque y sorber un poco de agua, regresar, luego, donde están las moras para comerse algunas más y así sucesivamente. El animal tiene que comprometer su cuerpo a una sola meta a la vez y las metas tienen que emparejarse con los mejores momentos para lograrlas. El Eclesiastés dice que toda cosa tiene su razón y que existe un momento para cada propósito bajo el cielo: un tiempo para llorar, y un tiempo para reír; un tiempo para amar y un tiempo para odiar. Las metas diferentes son las apropiadas cuando, por ejemplo, un león nos tiene en su campo de visión, cuando nuestro hijo se pone a llorar o cuando un rival nos llama idiota en público.

Las emociones son los mecanismos que plantean las metas más elevadas del cerebro. Una emoción, cuando ha sido desencadenada por un momento propicio, activa a su vez la cascada de submetas y sub-submetas a las que denominamos pensar y actuar. Dado que las metas y los medios están entretreídos en una estructura de control que los encaja, e incluye jerarquizando de forma múltiple submetas dentro de submetas, a su vez, no hay una línea divisoria nítidamente trazada que separe el pensar del sentir, sin que ello equivalga para nada a decir que el pensamiento precede de forma inevitable al sentir o viceversa (ello no obstante el siglo largo de debate en el seno de la psicología sobre cuál precede a cuál). Por ejemplo, el miedo, lo desencadena una señal de la proximidad de un daño, como puede ser la presencia de un depredador, un acantilado o una amenaza verbal. Esta señal activa la meta a corto plazo como es huir, dominar o desviar el peligro, y da a la meta aquella prioridad alta que experimentamos como apremio. También activa las metas a más largo plazo como son evitar el riesgo en el futuro y recordar de qué modo se consiguió salir del anterior, activado por el estado que experimentamos como alivio. La mayoría de los investigadores en el ámbito de la inteligencia artificial creen que los robots que se comportan libremente (en oposición a aquellos que se hallan fijos en una cadena de montaje) tendrán que ser programados con algo similar a emociones, aunque sólo sea para que sepan en cada momento qué deben hacer a continuación. (Que los robots acaben siendo los sujetos que *sienten* esas emociones es otra cuestión, tal como vimos en el **capítulo 2**)^[12].

El miedo así mismo presiona un botón que pone a punto el cuerpo para la acción, la respuesta conocida como «luchar o huir». (El sobrenombre con que se la conoce puede resultar erróneo, ya que la respuesta nos prepara para *cualquier* acción sensible al instante, como es tomar en brazos a un bebé que se acerca a gatas peligrosamente hasta el hueco de la escalera). El corazón bombea con mayor intensidad sangre a los músculos. La sangre es redirigida del intestino a la piel, tensionando y dejando el cuerpo húmedo y pegajoso. Que la respiración se acelere permite una mayor adquisición de oxígeno. El hígado libera la adrenalina y ayuda a que la sangre se espese y da a nuestro rostro aquel aspecto universalmente reconocido con la expresión de «cordero degollado»^[13].

Todas y cada una de las emociones humanas movilizan la mente y el cuerpo para hacer frente a los desafíos que supone vivir y reproducirse en un nicho cognitivo. Algunos desafíos son planteados por cosas físicas, y las emociones que tienen que ver con ellas, como la aversión, el miedo y la apreciación de la belleza natural, obran de modos directos y sencillos. Otros desafíos los plantean otras personas. El problema de tratar con personas es que posiblemente se volverá a tratar con ellas. Las emociones que evolucionaron como respuestas a las emociones de otras personas, como la ira, la gratitud, la vergüenza y el amor romántico, se juegan en un complejo tablero de ajedrez y engendran aquella pasión y aquella intriga que tanto confunde a los románticos. En primer lugar, exploraremos las emociones relacionadas con cosas y, luego, las que lo están con personas.

La sabana residencial

La expresión «pez fuera del agua» nos recuerda que cada animal se halla adaptado a un hábitat y los seres humanos no constituimos ninguna excepción. Tendemos a pensar que los animales se mueven y actúan como les está permitido, como si fuesen misiles equipados con un control que los guía mediante la detección de calor, cuando lo cierto es que los animales deben de tener una cierta experiencia de sus instintos como emociones que no se distingue de la nuestra. Por ejemplo, hay lugares que son atractivos, tranquilos o hermosos; otros, en cambio, son depresivos o espantosos. El tema que en la biología recibe el nombre de «selección del hábitat» es, en el caso del *Homo sapiens*, idéntico al tema que, en el ámbito de la geografía o la arquitectura, se denomina «estética medioambiental»: qué tipos de lugares disfrutamos cuando nos hallamos en ellos^[14].

Hasta fecha muy reciente, nuestros antepasados eran nómadas que abandonaban un asentamiento una vez que habían agotado las plantas y animales comestibles. Entonces, en el momento de reemprender la marcha, la cuestión de saber adonde ir no era algo nimio. Cosmides y Tooby escribían:

Imaginemos que nos encontramos haciendo una excursión de acampada que dura toda una vida. Al tener que transportar el agua de un riachuelo o la leña de los árboles, rápidamente se sabe cómo apreciar las ventajas de algunos lugares en los que acampar respecto a otros. Saber orientarse a diario rápidamente da la posibilidad de apreciar qué asentamientos están protegidos, resguardados del viento, la nieve o la lluvia. En el caso de los cazadores-recolectores, no existe forma alguna de escapar a este modo de vida; por ejemplo, no pueden ir a una tienda de ultramarinos y comprar comida, carecen de teléfonos, de servicios de emergencia, de agua envasada, no hay lugares dedicados a proveer de combustible, carecen de jaulas, de armas de fuego o de funcionarios dedicados al control de los animales para protegerlos de sus depredadores. En estas circunstancias, la propia vida depende de que actúen mecanismos que le hacen a uno preferir hábitats donde hay comida, agua, cobijo, información y seguridad en cantidades suficientes como para sostener la vida humana, y que le hacen evitar aquellos que no los proporcionan^[15].

El *Homo sapiens* está adaptado a dos hábitats. Uno de ellos es la sabana africana, donde se desarrolló la mayor parte de nuestra evolución.

Para un omnívoro, como eran nuestros antepasados, la sabana es un lugar hospitalario si se la compara con otros ecosistemas. Por ejemplo, los desiertos tienen poca biomasa porque tienen muy poca agua. Los bosques templados tienen gran parte de su biomasa en forma de madera. Las selvas tropicales —o como suelen ser denominadas, las junglas— la tienen situada en forma de alta canopea, relegando a los omnívoros que habitan en el suelo a ser carroñeros que se dedican a recoger todo aquello que cae de arriba. La sabana, en cambio, las praderas en las que hay zonas espaciadas con grupos de árboles, es rica en biomasa, la mayor parte en forma de carne de grandes animales, gracias al hecho de que la hierba vuelve a crecer rápidamente después de haberles servido como pasto. Además, la mayoría de la biomasa se halla adecuadamente situada a un metro o dos aproximadamente del suelo. Las sabanas, así mismo, son espacios abiertos, fácilmente dominables con la vista, de modo que los depredadores, el agua y los caminos pueden divisarse desde lejos. Los árboles que en ella viven proporcionan sombra y un lugar donde huir de los carnívoros.

El segundo hábitat al que el *Homo sapiens* se ha adaptado es el resto del mundo. Nuestros antepasados, después de evolucionar en las sabanas de África, vagaron por todos los rincones del planeta. Algunos fueron pioneros que dejaron la sabana y después otras áreas, a medida que la población se expandía o el clima cambiaba. Otros eran refugiados que iban en busca de seguridad. Las tribus de cazadores y recolectores no se pueden ver unas a otras, con frecuencia atacan los territorios vecinos y dan muerte a cualquier extraño que se adentre por error en los suyos.

Nuestro intelecto nos permitió ese vagabundeo. Los individuos exploraban un nuevo paisaje y trazaban un mapa mental de los recursos existentes, con abundancia de detalles acerca del agua, las plantas, los animales, los caminos y los lugares de abrigo. Y si podían, situaban su nuevo asentamiento en una pradera o sabana. Los nativos de América del Norte y los aborígenes de Australia solían quemar grandes franjas de bosques, dejándolos abiertos para que se cubrieran de hierba. Aquel sucedáneo de sabana atraía animales que pacían en sus pastos y a los cuales se podían fácilmente dar caza, al tiempo que permitía evidenciar la presencia de visitantes antes de que estuviesen demasiado cerca^[16].

El biólogo George Orians, un experto en la ecoetología de las aves, en sus últimos trabajos se ha dedicado a explorar los paisajes de la ecología del comportamiento de los seres humanos. Junto a Judith Heerwagen, Stephen Kaplan, Rachel Kaplan y otros investigadores, Orians argumenta que nuestro sentido de la belleza natural es el mecanismo que sirvió para atraer a nuestros antepasados hacia hábitats convenientes. De forma innata, las sabanas son para nosotros paisajes hermosos, si bien nos gustan también aquellos paisajes que son fáciles de explorar y recordar, y en los cuales hemos vivido el tiempo suficiente como para saber sus pormenores y detalles.

En el curso de experimentos realizados para saber cuáles son las preferencias humanas respecto al hábitat, se mostraron diapositivas a personas adultas y a niños norteamericanos, y se les preguntó en qué medida les gustaría visitar o vivir en ellos. Los niños preferían las sabanas, aun cuando nunca habían vivido en ninguna. A los adultos les gustaban así mismo las sabanas, pero en igual medida los bosques de coníferas y de hoja caduca, los cuales se asemejan a gran parte de las zonas habitables de Estados Unidos. Una de las interpretaciones dadas consistía en decir que los niños revelaban lo que era la preferencia de hábitat por defecto de nuestra especie, mientras que los adultos la complementaban con la tierra en la cual se habían criado y estaban familiarizados.

Cierto es que no sentimos una añoranza mística por las antiguas tierras natales, sino que simplemente nos complacen los rasgos paisajísticos que tienden a presentar las sabanas. Orians y Heerwagen examinaron con detalle el saber profesional de jardineros, fotógrafos y pintores con las miras puestas en saber qué tipos de paisajes suelen considerarse hermosos, y la información recogida fue tratada como datos de segundo orden sobre los gustos humanos en relación a los hábitats que de este modo complementaban los experimentos realizados para determinar las reacciones del público ante las diapositivas. Por ejemplo, llegaron a obtener como resultado que los paisajes considerados más encantadores eran la viva imagen de una sabana óptima: espacio semiabierto (ni expuesto por completo, ya que dejaría en situación de vulnerabilidad, ni cubierto, ya que impediría la visión y el movimiento), un suelo recubierto de forma uniforme, vistas hasta el horizonte, grandes árboles, agua, cambios en la elevación del suelo y múltiples caminos que permiten la salida. El geógrafo Jay Appleton captó de manera sucinta lo que hace a un paisaje atractivo como perspectiva panorámica y refugio, o dicho de otro modo, ver sin ser visto. La combinación nos permite conocer el terreno de forma segura.

La propia tierra tiene que ser legible. Alguien, que haya perdido el sendero en un tupido bosque o en la selva, que haya visto la profundidad de un mar de dunas o que haya sido sorprendido por una fuerte ventisca de nieve, sabe qué es el terror de un entorno desprovisto de un marco de referencia. Un paisaje es sólo un objeto muy grande y, tal como vimos en el **capítulo 4**, reconocemos los objetos complejos al asignar sus partes a un marco de referencia que pertenece al objeto. Los marcos de referencia en un mapa mental son grandes mojones como, por ejemplo, árboles, rocas y charcas, al igual que lo son los grandes caminos o los límites físicos como ríos y cadenas de montañas. Un horizonte sin estos indicadores es inquietante^[17]. Kaplan y Kaplan descubrieron otra clave de la belleza natural, a la cual denominaron «misterio». Los caminos que rodean las montañas, las corrientes fluviales con meandros, los claros en el follaje, la tierra ondulada y las vistas que en parte se hallan obstaculizadas, captan nuestro interés al dar a entender que la tierra tiene rasgos importantes que podrían descubrirse en el curso de una exploración ulterior.

También nos gusta examinar los animales y las plantas, en especial, las flores. Si el lector al leer estas páginas está en casa p en un entorno agradable pero artificial, probablemente si alza la vista y mira a su alrededor encontrará motivos animales, de plantas o de flores en la decoración. La fascinación que ejercen en nosotros los animales es algo obvio. Los comemos, y nos comen. Pero nuestro aprecio por las flores, dado que no nos las comemos a no ser en las ensaladas que sirven en restaurantes de postín, precisa una explicación, y a este fin retomaremos los temas de los capítulos 3 y 5. Los seres humanos somos botánicos intuitivos, y una flor es una rica fuente de datos. Las plantas se mezclan en un océano de verdor y a menudo pueden identificarse sólo gracias a sus flores. Las flores anuncian el crecimiento, señalando el lugar donde se hallará la venidera fruta, fruto o tubérculo para las criaturas lo bastante listas para recordar su situación.

Algunos acontecimientos naturales son profundamente evocativos, como, las puestas de sol, el trueno, la acumulación de nubes y el fuego. En este sentido, Orians y Heerwagen señalan que hablan de un cambio inminente que se producirá a continuación: oscuridad, una tormenta, una llamarada. Las emociones que evocan son deslumbramiento, forzarse a parar, prestar atención y prepararse para lo que está por venir.

La estética medioambiental es un factor importante en nuestras vidas. Los estados de ánimo dependen de lo que nos rodea: pensemos, por ejemplo, en estar en la sala de espera de una terminal de autobuses o en una cabaña junto a un lago. La principal compra de un ser humano es su casa y las tres reglas para comprarla —su situación, su situación y su situación— tienen que ver, además de con las comodidades, con los prados, los árboles, las masas de agua y la perspectiva (las vistas). El valor de una vivienda depende de su valía como refugio (espacios acogedores) y misterio (recovecos, ángulos, ventanas, múltiples niveles). Y quienes ocupan los lugares menos prometedores en los ecosistemas se esfuerzan por conseguir una parcela en la sabana a la que considerar propia. En Nueva Inglaterra, toda parcela de tierra que permanece sin ser ocupada ni trabajada se convierte rápidamente en un bosque de hoja caduca. Cuando paso los fines de semana en las zonas de segundas residencias, los vecinos nos ocupamos en sacar nuestras segadoras para cortar el césped y recoger las hojas, arrancar los hierbajos, podar las ramas, los tallos y los setos y cortar la madera haciendo un trabajo de Sísifo para mantener el bosque a raya. En Santa Bárbara, en cambio, la tierra se empeña en ser un árido chaparral, pero décadas atrás los fundadores de la ciudad construyeron embalses en los cursos naturales de agua y abrieron túneles a través de las montañas para traer agua hasta los sedientos céspedes urbanos. En el curso de una sequía reciente, los propietarios de la viviendas sentían tal desesperación por la ausencia de vistas panorámicas en las que abundara el verdor, que pintaron sus polvorientos patios de color verde.

El alimento del pensamiento

Espléndido montón de tripas grasientas de sapo mugriento,
carne de mono mutilado concentrada con patas de pollo,
tarros y tarros con pus de marsopa petrificado,
¡y yo sin mi cuchara!

Canción de colonias recordada con cariño,
que se cantaba siguiendo el tono
de «La vieja yegua gris»; letrista anónimo.

La aversión es una emoción humana universal, señalada por su propia expresión facial y codificada por todas partes en los tabúes que rodean ciertos alimentos. Al igual que todas las emociones, la aversión tiene efectos profundos en la vida humana. Durante la Segunda Guerra Mundial, los pilotos de la fuerza aérea norteamericana en el Pacífico preferían pasar hambre a comerse los sapos y los gusanos, a pesar de saber que eran comestibles. Las aversiones a los alimentos son unos marcadores étnicos tenaces, cuya persistencia se prolonga en el tiempo cuando otras tradiciones ya han sido abandonadas.

Juzgada a la luz de los criterios de la ciencia moderna, la aversión es algo manifiestamente irracional. Quienes sienten mareos y vómitos al pensar tan sólo en comer un objeto que nos provoca repugnancia, sin duda dirán que es insalubre o nocivo. A ellos, tanto les da que una cucaracha esté esterilizada como que acabe de salir del armario de la cocina, pues se negarán en redondo a beber aquella bebida en la que se haya colocado una, aun cuando ésta sea la previamente esterilizada. No beben zumo de fruta de un recipiente que, si bien está precintado y no se ha utilizado para nada más, sirve para recoger orina; las cocinas de los hospitales han descubierto en esta aversión un modo excelente de poner freno a los hurtos. Tampoco toman sopa si la sirven en un orinal flamante o si ha sido removida con un peine o un matamoscas, aunque ambos estén nuevos. Ni pagando encontraríamos a alguien que se comiera un dulce de azúcar horneado reproduciendo la forma de los excrementos de peno, como tampoco hallaríamos a nadie que se colocara entre los labios sin sentir repugnancia un vómito de goma comprado en una tienda de objetos de fantasía. La propia saliva no resulta repugnante siempre y cuando sea de la propia boca, pero la mayoría no comeríamos de un plato con sopa en el que alguien hubiera escupido^[18].

La mayoría de occidentales no tienen estómago para comer insectos, gusanos, sapos, larvas, orugas o gusanos blancos, si bien todos ellos son altamente nutritivos y la mayoría de los pueblos a lo largo de la historia se han aumentado gracias a ellos. Ninguna de nuestras racionalizaciones tiene sentido. De los insectos, ¿decimos que están contaminados porque tocan los excrementos y la basura? En cambio, muchos insectos son bastante higiénicos. Por ejemplo, las termitas sólo devoran madera, pero ello no hace que los occidentales dejen de sentir aversión al pensar en comerlas.

Comparémoslas con los pollos, el compendio de lo sabroso, ave que por lo habitual se alimenta de basura y excrementos. Además, a todos nos gustan los tomates que ganan en pulposidad y jugosidad si son abonados con estiércol. ¿Los insectos transmiten enfermedades? Como lo hace toda carne animal. Basta con hacer lo que el resto del mundo hace, cocinarlos. ¿Las patas y las alas de los insectos son indigeribles? Basta con sacárselas como hacemos con las gambas o golpear las larvas y los gusanos para ablandarlos. ¿Los insectos saben mal? Veamos qué dice el informe de un entomólogo británico que se dedicó a estudiar las modalidades de alimentación en Laos y adquirió un saber de primera mano sobre el tema:

Ninguno es desagradable, unos pocos bastante sabrosos, en especial el gusano gigante de agua. En su mayoría eran insípidos, con un ligero sabor de verduras, aunque ¿acaso alguien que por primera vez probara el pan —que tan sabroso encontramos— no se preguntaría por qué comemos un alimento tan insípido? Un escarabajo pelotero tostado o una araña de cuerpo blando tiene un exterior crujiente y un interior suave semejante en su consistencia al suflé y en absoluto resulta desagradable. En general, se les añade sal, a veces pimientos picantes u hojas de hierbas aromáticas, y a veces se comen con arroz o se añaden a salsas y currys. El sabor resulta excepcionalmente difícil de definir, aunque a mi entender creo que diciendo que saben a lechuga sería el mejor modo de describir cuál es el sabor de las termitas, las cigarras y los grillos; la araña *Nephila* gigante sabe a lechuga y a patata cruda, y el gusano gigante de agua (*Lethocerus indicus*) tiene el sabor propio de un concentrado de queso Gorgonzola. La ingestión de estos insectos, además, no me provocó ningún efecto nocivo^[19].

El psicólogo Paul Rozin captó de forma magistral la psicología de la aversión. Ante todo se trata de un miedo a incorporar una sustancia que resulte ofensiva para el propio cuerpo. Comer es el modo más directo de incorporar una sustancia y, tal como demuestra la canción de acampada con que abrimos este tema, una sustancia repugnante puede suscitar el pensamiento más horripilante. El olor o el tacto son también poco atractivos. La repugnancia disuade de comer determinadas cosas o, si es ya demasiado tarde, hace que las escupamos o regurgitemos. La expresión facial lo dice todo: la nariz se encoge, las ventanas nasales se contraen, la boca queda entreabierta y la lengua se extiende para facilitar la expulsión del material ofensivo.

Las cosas repugnantes provienen de animales e incluyen tanto a animales enteros, como partes —en especial partes de carnívoros y carroñeros— y productos corporales, en especial las sustancias viscosas como las mucosidades, el pus y, sobre todo, los excrementos, que son considerados algo universalmente repugnante. Los animales en descomposición y sus partes son especialmente repugnantes. En cambio, las plantas a veces resultan desagradables, aunque esta sensación es diferente a la aversión. Cuando evitamos ingerir determinadas plantas —pongamos por caso el brócoli o los frijoles— lo hacemos porque tienen un sabor amargo o picante. A diferencia de los productos animales repugnantes, las verduras no son tenidas como algo inexpresablemente vil y contaminante. Tal vez nadie mejor que Clarence Darrow expresó el pensamiento más complicado acerca de una verdura desagradable: «No me gustan las espinacas y me alegra que así sea, porque aun cuando me gustaran al

comerlas, seguiría odiándolas». La materia inorgánica y no nutritiva, como la arena, la ropa o las cortezas, simplemente se evitan sin que medien sentimientos fuertes.

No sólo sucede que las cosas repugnantes siempre provienen de los animales, sino que las cosas que provienen de los animales son casi siempre repugnantes. Una excepción son las partes de un animal que no producen aversión. De todas las partes del conjunto de los animales vivos, comemos sólo una fracción infinitesimal y todo lo demás es intocable. Muchos norteamericanos comen sólo los músculos del esqueleto de animales como las terneras, los pollos, los cerdos y unos cuantos peces. El resto de las partes, como las tripas, los cerebros, los riñones, los ojos y las patas, han sido marginadas, al igual que cualquier parte de otros animales que no se hallan en la lista anterior como perros, palomas, medusas, babosas, sapos, insectos y el resto de millones de especies animales. Algunos norteamericanos son aún más quisquillosos y sienten aversión por la carne oscura que recubre los huesos de los pollos. Aun los gourmets más osados prueban únicamente una pequeña fracción del reino animal. Además, hay que decir que los consentidos norteamericanos no son los únicos remilgados en lo referente a las partes de animales con las que no están familiarizados. Napoleón Chagnon, por ejemplo, logró poner a buen recaudo sus provisiones de manteca de maní y salchichas en la selva amazónica y evitar que se las comieran los informantes de la etnia yanomami que le pedían comida, diciéndoles que se trataba de excrementos y penes de ganado vacuno. Los yanomami, que comían gustosos orugas y larvas, no sabían qué eran las vacas, pero perdieron su apetito y le dejaron comer en paz^[20].

Un objeto repugnante contamina todo cuanto toca, sin que importe la brevedad del contacto o lo invisibles que sean sus efectos. La intuición que se halla detrás de no tomar una bebida que ha sido removida con un matamoscas o en la cual se ha mojado una cucaracha esterilizada es que estos objetos han dejado tras de sí trozos invisibles de contaminantes, que los niños estadounidenses denominan *cooties* o bichos. Algunos objetos, como un peine o un orinal por estrenar, están contaminados simplemente por mera semejanza. Rozin, observa que la psicología de la aversión obedece a las dos leyes de la magia por simpatía —vudú— que se hallan presentes en muchas culturas tradicionales. La ley del contagio (una vez se entra en contacto, se está siempre en contacto) y la ley de la semejanza (lo igual produce lo igual).

Si bien la aversión es algo universal, lo cierto es que la lista de animales no repugnantes difiere de una cultura a otra, implicando de este modo la existencia de un proceso de aprendizaje. Como sabrá quien haya sido padre, los niños menores de dos años comen de todo y los psicoanalistas han tenido un campo de experimentación donde interpretar la ausencia de aversión que presentan a esta edad hacia los excrementos. Rozin y sus colegas estudiaron el desarrollo de la aversión ofreciendo a los niños diferentes alimentos que los adultos norteamericanos encuentran repugnantes. Para mayor horror de los padres que miraban atentos, el sesenta y dos por ciento de los pequeños comía alimentos que parecían heces de perro

(«realistamente elaborados con manteca de maní y queso oloroso») y el treinta y uno por ciento comía alimentos con forma de saltamontes.

Rozin sugiere que la repugnancia es algo que se aprende a mediados del período de escolarización, tal vez cuando los niños son regañados por sus padres o al mirar la cara de repugnancia que pone el adulto cuando se acerca a un objeto repugnante. De todas formas, creo que es improbable porque, ante todo, los sujetos mayores de dos años sin excepción con los que se experimentó, se comportaban a efectos prácticos como los adultos. Por ejemplo, los niños de cuatro años no querían comer heces de imitación o beber un zumo con un saltamontes dentro; la única diferencia entre ellos y los adultos era que los niños eran menos sensibles a la contaminación por breve contacto. (Sólo los niños de ocho años se negaban a beber zumo en el que se hubiese metido por un instante una langosta o un objeto que imitaba las heces de un perro). En segundo lugar, los niños que tenían una edad superior a dos años eran notablemente remilgados y sus padres se esforzaban en hacerles comer nuevas sustancias, no en evitar las viejas. La antropóloga Elizabeth Cashdan ha documentado que el consentimiento de los niños a probar nuevos alimentos desciende en picado una vez cumplidos los tres años. En tercer lugar, si los niños tuviesen que aprender qué «alimentos» han de evitar, entonces todos los animales serían comestibles salvo aquellos pocos que estuvieran proscritos. Pero, tal como el propio Rozin señala, todos los animales son repugnantes salvo aquellos pocos que están permitidos. No hay que enseñar a ningún niño a despreciar las verdes tripas terrosas de aquella ardilla ni la carne de mono mutilado.

La psicóloga Cashdan propuso una idea mejor. Los dos primeros años de vida son un período sensible para aprender sobre los alimentos. Durante estos años las madres controlan la toma de alimentos de sus hijos y los pequeños comen de todo lo que les está permitido. A partir de entonces sus gustos disminuyen y sólo aceptan aquellos tipos de alimentos que ingirieron durante el período de susceptibilidad. Estas aversiones pueden durar hasta la madurez, aunque los adultos de vez en cuando las superan por una variedad de motivos entre ellos el tener que cenar con otras personas, dar la sensación de ser varonil o sofisticado, buscar emociones o evitar morir de hambre cuando escasea la comida con la que se está familiarizado^[21].



¿Para qué sirve la aversión? Rozin señala que la especie humana se enfrenta al «dilema del omnívoro». A diferencia, pongamos por caso, de los koalas, que comen principalmente hojas de eucalipto y son vulnerables cuando el follaje empieza a escasear, los omnívoros escogen entre una amplia carta de alimentos potenciales. La desventaja es que muchos son venenosos. Muchos peces, anfibios e invertebrados contienen potentes neurotoxinas. Las carnes que por lo común son inocuas pueden albergar parásitos como la tenia, y cuando las carnes se echan a perder pueden

resultar mortales, porque los microorganismos que causan la putrefacción liberan una serie de toxinas destinadas a alejar a los carroñeros y permitirles quedarse con la carne sólo para ellos. Aun en los países industrializados la contaminación de los alimentos es uno de los principales peligros. Hasta fecha reciente, el ántrax y la triquinosis eran enfermedades graves, y hoy en día los especialistas en salud pública recomiendan medidas sanitarias draconianas para que nadie contraiga una salmonelosis a causa de una mayonesa o unos huevos en mal estado. En 1996 se produjo una crisis mundial al descubrirse que la enfermedad de las Vacas Locas, una patología debida al esponjamiento del cerebro de las vacas, podía transmitirse a todo aquel que comiera carne de reses contaminadas.

Rozin aventura que la aversión es una adaptación que disuadía a nuestros antepasados de comer sustancias animales peligrosas. Excrementos, carroña, así como las partes blandas y húmedas de los animales albergaban microorganismos peligrosos y debían ser mantenidas fuera del propio cuerpo. La dinámica del aprendizaje sobre los alimentos en la infancia encaja aquí correctamente. Las partes animales cuya ingestión es segura dependen de las especies locales y de sus enfermedades endémicas, de modo que los gustos particulares no son innatos. Los niños se sirven de sus parientes mayores al igual que los reyes se servían de siervos para probar los alimentos que querían ingerir: si comían algo y vivían, señal que no era venenoso. Por tanto los niños más pequeños son receptivos a cualquier alimento que sus padres les dan para comer, y sólo cuando son lo bastante mayores para alimentarse por su cuenta, evitan todo lo demás^[22].

Pero ¿de qué modo cabe explicar los efectos irracionales de la semejanza, la aversión que causa un objeto con forma de vómito reproducido en goma, la imitación de las heces de perro en chocolate y las cucarachas esterilizadas? La respuesta es que estos artículos fueron elaborados para evocar reacción idéntica en las personas que la provocada por los objetos mismos. No es otra la razón por la que las tiendas de objetos de fantasía venden vómitos de goma. El efecto de semejanza simplemente demuestra que el efecto tranquilizador de una autoridad o de las propias creencias no desconectan una respuesta emocional. La aversión no es más irracional que otras reacciones a simulacros modernos como, por ejemplo, el hecho de que en una película parezcamos más gordos, nos excite la pornografía o sintamos terror cuando subimos a una montaña rusa.

¿Qué sucede con nuestra sensación de que las cosas repugnantes contaminan todo cuanto tocan? Se trata de una adaptación sencilla a un hecho básico del mundo vivo: los gérmenes se multiplican. Los microorganismos son fundamentalmente diferentes de los venenos químicos como los elaborados por las plantas. El peligro de un producto químico depende de su dosis. Las plantas venenosas tienen un sabor amargo porque tanto la planta como el animal que se las comería tienen un interés en que el animal deje de comerlas tras probar el primer bocado. En cambio, en el caso del microorganismo no hay una dosis segura, porque se reproducen de forma

exponencial. Un único e invisible germen indetectable al paladar puede multiplicarse y saturar de forma rápida una sustancia de cualquier tamaño. Dado que los gérmenes son, ciertamente, transmisibles por contacto, no sorprende que cualquier cosa que toca una sustancia repugnante pase a ser ella misma para siempre asquerosa, aun cuando conserve el mismo aspecto y sabor. La aversión es una microbiología intuitiva^[23].

¿Por qué se desprecian con tanta facilidad los insectos y otras pequeñas criaturas —los *animalitos*— como gusanos y sapos? El antropólogo Marvin Harris demostró que las culturas evitan comer animalitos mientras se dispone de animales mayores, y los comen cuando éstos faltan. La explicación nada tiene que ver con la higiene o la salubridad, dado que los gusanos blancos son más sanos incluso que la carne. Más bien proviene de una teoría óptima de la búsqueda de comida, el análisis del modo en que los animales deben asignar —y en general lo hacen— su tiempo a maximizar la tasa de nutrientes que consumen. Los animalitos son pequeños y están dispersos, y lleva mucho tiempo capturarlos y prepararlos para obtener sólo unos gramos de proteínas. Un gran mamífero tiene centenares de kilos de carne, todos ellos asechables de inmediato. (En 1978 circuló el rumor de que la empresa de comida rápida McDonald's completaba la carne de sus hamburguesas Big Macs con lombrices. Lo cierto es que si la empresa fuera tan avariciosa como el rumor daba a entender, ello querría decir que el rumor no era cierto, porque la carne de gusano es mucho más cara que la de ternera). En casi todos los entornos, comer animales más grandes no es sólo más eficiente, sino que es un imperativo evitar la ingestión de los más pequeños, ya que el tiempo que se emplea en recogerlos vale más dedicarlo a cazar y a obtener un resultado mayor. Los animalitos están, por tanto, ausentes de las dietas de las culturas que tienen algo mucho mejor que hacer y dado que, en la mente de quien come, todo aquello que no está permitido está prohibido, esas culturas decretan que son repugnantes^[24].



¿Qué sucede con los tabúes que afectan a los alimentos? ¿Por qué, tienen los hindúes prohibido comer carne de vaca? ¿Por qué los judíos tienen prohibido comer cerdo y marisco o mezclar carne con leche? Durante miles de años, los rabinos han dado justificaciones a cuál más ingeniosa para sustentar las leyes alimentarias judías. A continuación, enumeramos algunas de las que se hallan presentes en la *Enciclopedia Judaica*:

De Aristeas, siglo I a. C: «Las leyes dietéticas son éticas en su propósito, ya que abstenerse de comer sangre domina el instinto que lleva al hombre a la violencia, inculcándole un horror por toda efusión de sangre... El mandamiento de no consumir aves de presa estaba destinado a demostrar que el hombre no debe atacar a los otros hombres».

De Isaac ben Moses Arama: «La razón que se halla detrás de todas las prohibiciones dietéticas no es que se pueda causar algún daño al cuerpo, sino que estos alimentos mancillan y contaminan el alma y turban las facultades intelectuales, conduciendo de este modo a tener opiniones confusas y apetitos perversos y embrutecidos, que conducen a los hombres a la destrucción, y a desafiar, por tanto, el propósito de la creación».

De Maimónides: «Todos los alimentos que la Tora prohíbe que comamos tienen algún efecto malo y dañino en el cuerpo... La razón principal por la cual la Ley prohíbe la carne de cerdo se halla en que tanto los hábitos como aquello que come el animal son cosas muy sucias y repugnantes. El motivo del porqué las tripas están prohibidas no es otro que engordan y destruyen el abdomen y generan una sangre fría, espesa y pegajosa... La carne hervida con leche es sin lugar a dudas un alimento pesado y hace que la persona se sienta demasiado llena».

De Abraham ibn Ezra: «Creo que es un acto de crueldad cocer a una cría en la leche de su madre».

De Nahmanides: «En realidad, la razón de que se especifiquen aletas y escamas es que los peces que tienen aletas y escamas están más cerca de la superficie del agua y se hallan de forma más general en áreas de aguas limpias y frescas... Los que carecen de aletas y escamas por lo general viven en los estratos más fangosos, que son excesivamente húmedos y carentes de calor. Se crían en marjales llenos de moho y comerlos puede ser perjudicial para la salud».

Con todos los respetos hacia la sabiduría rabínica, cualquier alumno de doce años un poco brillante puede demoler estos argumentos, y como antiguo maestro en la Escuela Dominical puedo atestiguar que, por lo común, todos ellos lo son. Muchos adultos judíos piensan aún que la carne de cerdo está prohibida como una medida de salud pública para prevenir la triquinosis. Pero tal como Harris señala, si así fuera, la ley se habría limitado a advertir contra una cocción insuficiente de la carne de cerdo: «la carne no la probarás, hasta que el cerdo quede completamente cocido».

Harris observa que los tabúes relativos a los alimentos a menudo tienen un sentido ecológico y económico. Los hebreos y los musulmanes eran tribus del desierto, y los cerdos son animales de bosque. Como tribus competían con otros grupos por el agua y los alimentos nutritivos como los frutos secos, las frutas y las verduras. Los animales permitidos por la ley judía, en cambio, son rumiantes como las ovejas, las vacas y las cabras, que pueden vivir de las escasas plantas del desierto. En la India, las vacas son demasiado preciosas para ser sacrificadas porque se utilizan para obtener leche, estiércol y tirar de los arados. La teoría de Harris es tan ingeniosa como la de los rabinos y mucho más plausible, aunque el antropólogo admite que no puede explicarlo todo. Por ejemplo, las tribus antiguas, que recorrían las tórridas arenas de Judea, difícilmente incurrían en el peligro de despilfarrar sus recursos cuando se reunían para pescar camarones y ostras, y por lo demás tampoco queda claro el porqué los habitantes de una población judía de Polonia o un vecindario de Brooklyn debían obsesionarse por los hábitos alimentarios de los rumiantes del desierto^[25].

Los tabúes alimentarios son, sin duda, un marcador étnico, pero limitándonos a hacer esta observación no explicamos nada. Para empezar, ¿por qué se llevan distintivos étnicos, por no decir nada del hecho de prohibir una fuente de elementos

nutritivos? Las ciencias sociales suponen sin duda que las personas someten sus intereses al grupo, pero desde fundamentos evolutivos, tal como veremos posteriormente en este capítulo, es algo improbable. Mi punto de vista es algo más cínico.

En cualquier grupo, los miembros más jóvenes, más pobres y menos emancipados pueden sentirse tentados a huir hacia otros grupos. Los poderosos, sobre todo los padres, tienen interés en mantenerlos en el suyo. En todas partes se forman y sellan alianzas sentándose a comer juntos, tanto si hablamos de potlatches y fiestas como de los almuerzos de negocios y las citas. Si no puedo comer con alguien, no puedo ser su amigo. Los tabúes alimentarios a menudo prohíben unos alimentos que son los predilectos de una tribu vecina, como sucede ciertamente, con muchas de las leyes que dictan la dieta judía. Este hecho sugiere que los tabúes son armas que sirven para mantener a los desertores potenciales en el grupo. Ante todo, porque hacen del prelude más nimio de colaboración con extraños —cortar el pan juntos— un inequívoco acto de desafío. Mejor dicho, explotan la psicología de la aversión. Los alimentos que son tabúes se hallan ausentes durante el período sensible al aprendizaje de las preferencias alimentarios, y su ausencia basta para hacer que los niños lleguen a encontrarlos repugnantes. Esta conversión de la ausencia en aversión les disuade de intimar con el enemigo («Me ha invitado, pero qué haré si me sirven... ¡qué asco!»). En realidad, esta táctica se autoperpetúa porque los niños se convierten a su vez en padres que no dan de comer las cosas consideradas repugnantes a sus hijos. A menudo se ha reparado en los efectos prácticos de los tabúes alimentarios. Un tema recurrente en las novelas que tratan de la experiencia de inmigrantes es el tormento por el que pasa el protagonista cuando prueba aquellos alimentos que eran tabúes para su cultura. El hecho de cruzar la línea le ofrece una pizca de integración en el nuevo mundo, pero desencadena un conflicto con los padres y la comunidad. (En Portnoy's Complaint, Alex describe la reacción de su madre cuando pronuncia la palabra hamburguesa, que en sus oídos suena como si dijese Hitler). Pero dado que los mayores no tienen ningún deseo de que la comunidad vea los tabúes bajo esta luz, los encubren con la sofistería y la palabrería desconcertantes del Talmud.

El olor del miedo

Los filólogos saben que cada miedo tiene una palabra que lo designa. ¿Le asusta el vino? Entonces padece de *enofobia*. ¿Viajar en tren le enferma? Padece de *siderodromofobia*. Si recela de su suegra, es que padece de *penterafobia*, y sí le vienen ascos cuando la manteca de maní le roza el paladar de la boca, entonces padece *aracibutirofobia*. Luego, además, está la aflicción que padecía Franklin Delano Roosevelt, el miedo del miedo mismo, o la *fobofobia*^[26].

Con todo, el hecho de que no exista una palabra para una emoción no significa que no exista, ni el hecho de que la haya tampoco significa que exista. Los observadores de las palabras, los verbívoros y sesquipedalianos, gustan de responder al desafío. Para ellos pasar un buen rato es encontrar la palabra más corta que contenga todas las vocales en orden alfabético o escribir una novela, sin la letra *e*. Con todo, otro motivo más de regocijo para ellos consiste en encontrar nombres para hipotéticos miedos. De ahí provienen las fobias improbables. Pero las personas reales no se estremecen cuando es evocada la raíz eufónica griega o latina. Los miedos y las fobias se integran en una lista breve y universal.

Las serpientes y las arañas siempre causan espanto. Son los objetos más habituales de miedo y aversión que aparecen en estudios hechos sobre las fobias entre los estudiantes universitarios, y así lo han sido durante largo tiempo en el decurso de nuestra historia evolutiva. D. O. Hebb descubrió que los chimpancés nacidos en cautividad gritaban aterrorizados al ver por primera vez una serpiente, además el primatólogo Marc Hauser descubrió que sus titis león (una variedad de mono suramericano) vociferaban gritos de alarma al ver un trozo de tubo de plástico en el suelo. La reacción de las tribus de cazadores-recolectores la describe brevemente Irven DeVore cuando dice que «si los cazadores-recolectores eran picados por una serpiente, no vivían para contarlos». En las culturas que reverencian a las serpientes, todavía hoy estos animales son tratados con gran precaución. ¡El mismo Indiana Jones les tenía miedo!

Otros miedos comunes que experimentamos son los provocados por las alturas, las tormentas, los grandes carnívoros, la oscuridad, la sangre, los extraños, la reclusión, el agua profunda, el qué dirán y al dejar la casa sola. La amenaza común es evidente, ya que se trata de situaciones que ponían en peligro a nuestros antepasados evolutivos. Las arañas y las serpientes suelen ser a menudo venenosas, sobre todo en África, y la mayoría de las restantes fobias responde a peligros evidentes para la salud de un nómada o, en el caso del qué dirán, pone en entredicho la condición social. El miedo es la emoción que motivaba a nuestros antepasados a superar los peligros con los que se habían de encontrar.

El miedo probablemente es un conjunto formado por varias emociones. Las fobias de cosas físicas, por ejemplo, del qué pensarán de nosotros y al dejar la casa, responden bien al tratamiento con diferentes clases de fármacos, sugiriendo con ello que están computadas por diferentes circuitos cerebrales. El psiquiatra Isaac Marks ha demostrado que reaccionamos de modo diferente a distintas cosas que causan temor y que cada reacción es apropiada al peligro. Las amenazas sociales conducen a la timidez y a los gestos de contemporización acomodaticia. En realidad, palidecemos al ver sangre, porque nos baja de golpe la presión sanguínea. La mejor prueba de que los miedos son adaptaciones y no sólo defectos en el sistema nervioso, es que los animales que han evolucionado en islas donde no existen depredadores pierden el

miedo y pasan a ser presas fáciles para cualquier intruso (como el dodo de la isla de Mauricio, extinto desde el siglo XVII)^[27].

Los miedos que tenemos los habitantes modernos de las ciudades nos protegen de los peligros que ya no existen y, en cambio, no consiguen hacerlo de otros peligros que abundan en el mundo que nos rodea. Debemos tener miedo a las armas de fuego, a conducir deprisa, conducir sin el cinturón de seguridad abrochado, al gas inflamable y a enchufar los secadores de mano cerca de las bañeras, pero no a las serpientes y a las arañas. Los funcionarios que se encargan de la seguridad pública intentan calar el miedo en el corazón de los ciudadanos sirviéndose para ello de todo cuanto tienen a mano, desde estadísticas hasta las fotografías que causan impacto, por lo general en vano. Los padres riñen y castigan para impedir que sus hijos jueguen con cerillas o crucen la calle para ir a buscar la pelota, pero cuando se preguntó a los escolares de Chicago a qué tenían más miedo, en sus respuestas aparecieron los leones, los tigres y las serpientes, peligros más que improbables en Chicago^[28].

Cierto es que los miedos cambian con la experiencia. Durante décadas los psicólogos pensaron que los animales aprenden nuevos temores al modo que los perros de Pavlov aprendían a salivar cuando sonaba una campana. En un célebre experimento, John B. Watson, el fundador del conductismo, se colocó detrás de un niño de quince meses que jugaba con un ratón blanco domesticado y de repente hizo sonar dos barras de acero una contra otra. Después de unos pocos sonidos repentinos más, el niño tenía miedo de la rata, así como de otros seres con pelaje blanco, entre ellos conejos, perros, un abrigo de piel de foca blanca y un muñeco de Santa Claus. La rata, además, aprende a asociar el peligro con un estímulo previamente neutro. Una rata a la cual se le ha aplicado previamente una descarga eléctrica en el suelo de una cámara oscura, huirá por una puerta negra cada vez que se la deje allí, mucho después de que el mecanismo de descarga haya sido desactivado.

Con todo, las criaturas no pueden ser condicionadas a tener miedo de cualquier cosa. Los niños se ponen nerviosos con las ratas, las ratas se ponen nerviosas en habitaciones iluminadas, antes de que empiece cualquier condicionamiento, y fácilmente los asocian con el peligro. Cambiemos la rata blanca por cualquier otro objeto arbitrario, como unos anteojos de ópera, y el niño nunca aprenderá a tenerle miedo. Si la descarga eléctrica se produce en una habitación oscura en lugar de una blanca e iluminada, la rata, una criatura nocturna, aprenderá la asociación de un modo más lento y la desaprenderá de forma más rápida. El psicólogo Martin Seligman sugiere que los miedos pueden condicionarse fácilmente sólo cuando el animal se halla preparado desde un punto de vista evolutivo para establecer la asociación.

Pocos de los miedos humanos, si es que hay alguno, tratan de objetos neutros que, en otro tiempo, estuvieron emparejados con algún trauma. Las personas sienten aversión por las serpientes sin tener necesidad de haber visto nunca alguna. Después de un suceso amedrentador o doloroso, las personas son más prudentes en relación a la causa, pero no la temen. Los enchufes eléctricos, los martillos, los coches o los

refugios antiaéreos no inspiran fobia. Pese a los clichés de la televisión, la mayoría de quienes han sobrevivido a un acontecimiento traumático no se echan a gritar cada vez que se enfrentan a algo que les recuerda aquel suceso. Los veteranos del Vietnam protestan con razón del estereotipo en el cual ellos siempre dejan hecho un guiñapo a quien se le ocurre romper un plato^[29].

Un modo mejor para comprender el aprendizaje de los miedos consiste en considerar con detalle las exigencias evolutivas. El mundo es un lugar peligroso, pero nuestros antepasados no podían pasarse la vida refugiándose medrosos en las cavernas, tenían que procurarse comida y compañeros. Aquellos antepasados tuvieron que calibrar sus miedos ante peligros típicos con respecto a peligros reales en el entorno local en que se movían (al fin y al cabo, no *todas* las arañas eran venenosas) y respecto a su propia capacidad para neutralizar el peligro: su experiencia práctica, su tecnología defensiva y la seguridad del grupo.

Los psiquiatras Isaac Marks y Randolph Nesse sostienen que las fobias son miedos innatos que nunca han sido desaprendidos. Los miedos se desarrollan de forma espontánea en los niños. Durante el primer año de vida, los bebés tienen miedo a los extraños y a la separación, tal como debe ser, ya que el infanticidio y la depredación son amenazas serias para los cazadores-recolectores de menor edad. (El filme *Un grito en la oscuridad* muestra lo fácil que es para un depredador arrebatar a un bebé al que nadie vigila, y es una excelente respuesta a la pregunta que se formulan todos los padres acerca de por qué un niño al que se deja solo en la cama y a oscuras grita como si le fueran a matar). Entre las edades de tres y cinco años, los niños pasan a tener miedo de todos los objetos fóbicos típicos —arañas, la oscuridad, el agua profunda, por citar sólo algunos—, y luego pasan a dominarlos uno a uno. La mayoría de las fobias en los adultos no son más que temores infantiles que nunca desaparecieron. Tal es la razón por la cual el urbanita es quien más teme a las serpientes.

Al igual que sucede con el aprendizaje de los alimentos que no son venenosos, quienes mejor pueden guiar a través de los peligros locales son quienes han logrado sobrevivir a ellos. Los niños temen a aquello que sus padres temen, y a menudo desaprenden sus temores cuando ven a otros niños que se enfrentan a esos miedos y los superan. Los adultos son igualmente impresionables. En época de guerra, el valor y el pánico son ambos contagiosos y, en algunas terapias, el fóbico contempla cómo un ayudante del médico juega con una boa constrictor o deja que una araña le suba lentamente por el brazo. Los monos se observan unos a otros también para calibrar su miedo. Macacos de la India criados en laboratorio no tienen miedo a las serpientes cuando las ven por primera vez, pero si miran un filme en el cual otro macaco es amedrentado por una serpiente, a su vez ellos se asustan. El mono que aparece en el filme no les inculca el miedo, sino que, más bien, lo aviva, ya que si el filme muestra cómo el mono retrocede cuando se halla ante una flor o un conejito, sin que aparezca la serpiente, el mono que visión a la escena no desarrolla miedo alguno^[30].

La capacidad para dominar selectivamente el miedo es un componente importante del instinto. Las personas que están en peligro de muerte, como los pilotos que entraban en combate o los londinenses durante el bombardeo de la capital británica por los nazis, demostraban tener una notable serenidad. Nadie sabe la razón por la cual hay personas que saben mantener la cabeza en su sitio cuando todos los demás la pierden, pero los principales agentes que calman son la predictibilidad, la presencia de aliados en la distancia de tiro y un sentido de la competencia y el control, que el escritor Tom Wolfe denominaba «lo que hay que tener». En su libro de título homónimo acerca de los pilotos de pruebas que después se convirtieron en los astronautas del proyecto Mercury, Wolfe definía lo que hay que tener como «aquella capacidad [de un piloto] para ascender por el cielo como un rayo a bordo de un trozo de maquinaria y colocar su pellejo al límite y seguir teniendo la sangre fría, los reflejos, la experiencia, la frialdad, para retirarse en el último momento sin inmutarse». Este sentido de control proviene de «exigir el máximo a la envoltura»: poner a prueba, procediendo por pequeños pasos, hasta qué altura, a qué velocidad y hasta dónde se llega sin terminar en un desastre. Poner al límite la envoltura es un motivo poderoso. La recreación y la emoción llamada «euforia» provienen de pasar por sucesos relativamente seguros que parecen y se experimentan como peligros ancestrales. Entre ellos se hallan los deportes más competitivos (buceo, montañismo, espeleología entre otros) y el género literario y cinematográfico que conocemos como «thriller». Winston Churchill afirmó en cierta ocasión que «nada hay en la vida que produzca más euforia que le disparen a uno y no le maten»^[31].

La rutina de la felicidad

La Declaración de Independencia de Estados Unidos afirma en su lista de las verdades manifiestas que la búsqueda de la felicidad es un derecho inalienable. Jeremy Bentham escribió que la máxima felicidad del mayor número posible es el fundamento de la moralidad. Ahora bien, afirmar que todos y cada uno de nosotros queremos ser felices suena a cosa trillada, a circularidad, pero lo cierto es que plantea una profunda pregunta acerca de nuestra constitución: ¿qué es lo que los seres humanos nos afanamos en conseguir?

De entrada, la felicidad puede parecer como si sólo desertara de la aptitud biológica (dicho de forma más exacta, los estados que habrían de conducir a la aptitud en el entorno en que evolucionamos). Nos sentimos más felices cuando tenemos salud, estamos bien alimentados, gozamos de comodidades, nos sentimos seguros, prósperos, informados, respetados, dejamos de estar solos y nos sentimos amados. Comparados con sus opuestos, estos objetos en los que depositamos nuestro afán favorecen la reproducción. La función de la felicidad sería movilizar la mente

para buscar las claves de la aptitud darwiniana. Cuando nos sentimos infelices, trabajamos para procurar aquellas cosas que nos hacen felices; cuando somos felices, mantenemos el *statu quo*.

El problema consiste en saber cuánta aptitud vale la pena afanarse en conseguir. Los seres humanos de la Era Glacial habrían desperdiciado su tiempo si se hubieran apurado porque no carecían de hornillos a gas, penicilina y rifles de caza o si se hubieran afanado en conseguirlos en lugar de buscar cuevas y elaborar mejores arpones. Aun entre los pueblos nómadas contemporáneos, se pueden alcanzar estándares de vida muy diferentes en distintas épocas y lugares. Para que lo óptimo no sea el enemigo de lo bueno, la búsqueda de la felicidad debe calibrarse en función de lo que puede alcanzarse a través de un esfuerzo razonable en el entorno presente.

¿Cómo sabemos qué cabe conseguir razonablemente? Una buena fuente de información es aquello que los demás han alcanzado. Si lo han obtenido, tal vez uno pueda hacer lo mismo. A través de las épocas, los observadores de la condición humana han señalado la tragedia que ello encierra: los seres humanos son felices cuando están mejor que sus vecinos, infelices si se sienten peor.

«¡Pero cuán amargo es mirar la felicidad a través de los ojos de otro hombre!»

William Shakespeare (*Como gustéis*, V, ii)

Felicidad, n. Una sensación agradable que surge al contemplar la desdicha de los demás.

Ambrose Bierce

No basta con tener éxito, los demás tienen que fracasar.

Gore Vidal

Ven frait zich a hoiker? Ven er zet a gresseren hoiker far zich. (¿Cuándo sentirá regocijo un jorobado? Cuando vea a un hombre con una joroba mayor).

Dicho yiddish

La investigación sobre la psicología de la felicidad ha corroborado estos extremos. Kahneman y Tversky dan un ejemplo de ello extraído de la vida cotidiana. Cuando recibimos la nómina nos deleita el hecho de descubrir que nos han gratificado con un cinco por ciento del sueldo, hasta que averiguamos que a los compañeros les han dado un diez por ciento. Según cuenta la leyenda, la diva María Callas estipulaba en sus contratos que el teatro de ópera donde cantaba tenía que

pagarle a ella un dólar más que la cantidad pagada al otro cantante mejor pagado de la compañía.

Los seres humanos de nuestros días se hallan más seguros, sanos, mejor alimentados y son más longevos de lo que eran en cualquier otra época de la historia. Con todo, no pasamos nuestras vidas caminando al aire libre, y presumiblemente nuestros antepasados no se sentían crónicamente abatidos. No es reaccionario señalar que muchos de los pobres actuales en las naciones occidentales viven en unas condiciones que los aristócratas de otros tiempos ni siquiera podían soñar. Las gentes de clases y países diferentes se contentan a menudo con lo que tienen hasta que se comparan con los más ricos. La cantidad de violencia en una sociedad se halla más estrechamente relacionada con la desigualdad social que con su pobreza. En la segunda mitad del siglo xx, el descontento del Tercer Mundo, y posteriormente del Segundo, ha sido atribuido a sus visiones fugaces a través de los medios de comunicación del Primer Mundo^[32].

La otra pista importante para establecer lo alcanzable es el grado de acomodo en que uno se halla en el momento presente. Lo que se tiene en este momento es alcanzable, por definición, y hay posibilidades de que uno pueda estar por lo menos un poco mejor. La teoría evolutiva predice que lo que un hombre puede alcanzar excederá lo que puede abarcar, pero no en mucho. Aquí se presenta el segundo acto de la tragedia de la felicidad: los seres humanos se adaptan a sus circunstancias, buenas o malas, del mismo modo que sus ojos se adaptan al sol o la oscuridad. Desde un punto de vista neutral, diríamos que mejorar es felicidad, y perder es infelicidad. Una vez más, fueron los sabios los primeros en decirlo.

El narrador del poema de E. A. Robinson (que luego sería canción de Simón y Garfunkel) envidia al propietario de la fábrica, Richard Cory, que «relucía de dicha al caminar».

(Así trabajamos, pendientes de la luz,
y vino sin traer la carne, maldito sea el pan;
y Richard Cory, una tranquila noche de verano,
a casa se marchó y con una bala los sesos se saltó).

La utilidad del hecho de afanarse y esforzarse ha llevado a muchas almas sombrías a negar que la felicidad sea posible. Para Osear Levant, un personaje del mundo del espectáculo, la «felicidad no es algo que uno experimente, es algo que se recuerda». Freud afirmaba que la meta de la psicoterapia era «transformar la postración histérica en desdicha común». Un colega, que en sus correos electrónicos me consultaba acerca del trastorno de un licenciado, escribió: «A veces pienso que ojalá fuera joven, luego recuerdo que tampoco era nada estupendo».

Pero en estos casos los aguafiestas sólo tienen razón en parte. Los seres humanos, en realidad, llegamos a sentir lo mismo a través de una gama sorprendente de

destinos, buenos y malos. Pero la línea de base a la que nos adaptamos, por término medio, no es la desdicha, sino la satisfacción. (La línea de base exacta difiere de una persona a otra y —en gran parte, es heredada). Los psicólogos David Myers y Ed Diener han descubierto que un ochenta por ciento de los habitantes del mundo industrializado refieren que al menos se sienten «bastante satisfechos de la vida» y un treinta por ciento afirman que son «muy felices». (En la medida que podemos afirmarlo, los informes son sinceros). Los porcentajes se mantienen para las diferentes edades, para ambos sexos, para negros y blancos, y son aún válidos pasadas cuatro décadas de prolongado crecimiento económico. Tal como señalan Myers y Diener: «Si se compara con el año 1957, los norteamericanos tienen el doble de coches por persona, además de microondas, televisores a color, vídeos, aparatos de aire acondicionado, contestadores automáticos y gastan doce mil millones de dólares cada año en comprar zapatillas deportivas de una nueva marca. En consecuencia, ¿los norteamericanos son más felices ahora que en 1957? La respuesta es que no»^[33].

En un país industrializado, el dinero permite comprar un poco de felicidad: la correlación entre riqueza y satisfacción es positiva aunque pequeña. Quienes ganan en las distintas loterías, una vez que el sobresalto de la felicidad ha pasado, vuelven a su estado emocional anterior. Visto por su lado más esperanzador, lo mismo sucede con las personas que han padecido pérdidas terribles, como los paraplégicos o quienes lograron sobrevivir al Holocausto.

Todos estos descubrimientos y hallazgos no contradicen de forma necesaria a la cantante Sophie Tucker cuando afirmaba: «He sido pobre y he sido rica, pero ser rico es mejor». En India y Bangladesh, la riqueza predice la felicidad mucho más que en Occidente. En las veinticuatro naciones europeas occidentales y norteamericanas, cabe afirmar que cuanto más alto es el producto nacional bruto per cápita, más felices son los ciudadanos (aunque hay muchas explicaciones). Myers y Diener señalan que la riqueza es como la salud: no tenerla sin duda hace que uno sea desdichado, pero el hecho de tenerla no garantiza la felicidad.

La tragedia de la felicidad tiene un tercer acto. Hay dos veces más emociones negativas (miedo, pena, angustia, entre otras) que positivas, y las pérdidas afectan de una forma más honda que los beneficios equivalentes. La estrella del tenis Jimmy Connors resumió en cierta ocasión la condición humana diciendo que «odio más perder de lo que me gusta ganar». La simetría ha sido corroborada en el laboratorio al demostrarse que las personas se arriesgan mucho más para evitar una pérdida segura que para mejorar un beneficio seguro, y al demostrar que el estado anímico de las personas se desploma más cuando se imaginan que se produce una pérdida en sus vidas (por ejemplo, en las notas de curso, o en las relaciones con el otro sexo) de lo que se levanta cuando imaginan un beneficio equivalente. El psicólogo Timothy Ketelaar señala que la felicidad corre pareja a los efectos que los recursos tienen en la aptitud biológica. Cuando las cosas van mejor, los aumentos en la aptitud presentan rendimientos decrecientes: es mejor tener más comida, pero sólo hasta cierto punto.

En cambio, cuando las cosas empeoran, las disminuciones en la aptitud pueden hacerle salir a uno del juego: sin suficiente comida, uno muere. Hay muchas maneras para llegar a estar infinitamente peor (desde una infección, la inanición, ser comido, una caída, *ad infinitum*) y no muchos modos de llegar a estar decididamente mejor. Este hecho hace que las pérdidas futuras merezcan mayor atención que los beneficios; hay más cosas que nos hacen ser desdichados que cosas que nos hagan ser felices^[34].

Donald Campbell, uno de los primeros psicólogos evolutivos que estudió la psicología del placer, describía a los humanos como seres en una «rutina hedonista», donde los beneficios en el bienestar no nos hacen ser en absoluto más felices a largo plazo^[35]. En realidad, el estudio de la felicidad a menudo produce la sensación de ser como un sermón en defensa de los valores tradicionales. Las cifras demuestran que no son los ricos, privilegiados, vigorosos y bellos quienes son felices, sino los que tienen esposa, amigos, religión y un trabajo que les motiva y les sirve de aliciente. Los hallazgos realizados pueden ser exagerados, ante todo porque se aplican a porcentajes estadísticos y no a individuos, y luego porque la causa y el efecto son difíciles de separar: estar casado puede que le haga a uno ser feliz, pero el hecho de serlo puede que le ayude a casarse y permanecer casado. Con todo, Campbell se hacía eco de la sabiduría que los hombres y las mujeres han desarrollado durante milenios al resumir la investigación con esta frase: «La búsqueda directa de la felicidad es una receta infalible para llevar una vida desdichada».

El canto de las sirenas

Cuando decimos de alguien que se deja llevar más por la emoción que por la razón, a menudo queremos decir con ello que la persona sacrifica sus intereses a largo plazo por una gratificación a corto plazo. Perder los nervios, rendirse ante las artes de un seductor, despilfarrar la paga de un mes y dar media vuelta cuando se ha llegado ante la puerta del dentista, no son más que algunos ejemplos. ¿Qué nos hace tener tan poca visión de futuro?

La capacidad para diferir en el tiempo una recompensa se llama autocontrol o demora de gratificación. Los científicos sociales a menudo la tratan como un signo de inteligencia, de la capacidad que tiene el sujeto para anticipar el futuro y establecer planes en conformidad con esa anticipación. Pero el hecho de descartar lo que pueda pasar en el futuro, o como dicen los economistas cuando «descontamos el futuro», es de hecho una parte constitutiva de la lógica de la elección que aplica todo agente que viva más tiempo que un instante. De hecho, el ir a por una recompensa rápida en lugar de un beneficio a largo plazo a menudo es la estrategia racional.

Suponiendo que no haya inflación, ¿qué es mejor, un euro ahora o un dólar dentro de un año? Un dólar ahora, puede ser una respuesta, ya que podemos invertirlo y tener más de un dólar dentro de un año. Por desgracia, la explicación es circular: la razón de que el interés exista es ante todo la de retribuir a quienes dejan para luego el dólar que querrían tener ahora y no dentro de un año. Pero los economistas señalan que aun cuando la explicación es inoportuna o equivocada, la respuesta es correcta: ahora en realidad es mejor. En primer lugar, se dispone de un dólar más si una necesidad es acuciante o una oportunidad surge en menos de un año. En segundo lugar, si se renuncia a un dólar ahora no hay garantías de que en un año a partir de la fecha se vuelva a disponer de uno. En tercer lugar, en un año puede que el agente muera y nunca llegue a disfrutarlo. Por tanto, es racional descontar el futuro: es mejor consumir un recurso ahora, a menos que invertirlo produzca un dividendo lo bastante alto. La tasa de interés que se debe pedir depende de lo importante que sea el dinero ahora para uno, de las probabilidades que se tengan de recuperarlo y de la esperanza de vida.

La lucha por reproducirse es un tipo de economía, y todos los organismos, los vegetales incluidos, tienen que «decidir» si utilizan los recursos ahora o se ahorran para el futuro. Algunas de estas decisiones las toma directamente el cuerpo. Con el paso de los años nos volvemos frágiles porque nuestros genes descartan el futuro y construyen cuerpos jóvenes y fuertes a expensas de los viejos y débiles. El intercambio reporta beneficios con el paso de las generaciones porque un accidente puede hacer que el cuerpo muera antes de envejecer, en cuyo caso cualquier sacrificio del vigor en función de la longevidad habría sido un despilfarro. Con todo, la mayoría de decisiones acerca del futuro las toma la mente. En cada momento elegimos, de forma consciente o inconsciente, entre cosas buenas ahora y mejores más adelante.

A veces la decisión racional es «ahora», sobre todo cuando, según los refranes, la vida es breve o no hay que dejar para mañana lo que se pueda hacer hoy. La lógica aparece al desnudo en los chistes sobre los pelotones de ejecución. Al condenado se le ofrece el último cigarrillo ritual y éste responde: «No, gracias, intento dejarlo». Reímos porque sabemos que es absurdo para aquel hombre demorar la gratificación. Otro chiste ya viejo pone en claro la razón por la que jugar sobre seguro no siempre es preceptivo. Murray y Esther, una pareja judía de mediana edad, estaban de viaje por América del Sur. Un día Murray, sin fijarse demasiado en lo que hace, fotografía una instalación militar secreta, y los soldados se los llevan sin miramientos y los encarcelan. Durante semanas son torturados para que delaten los nombres de sus contactos en el movimiento de liberación de aquel país. Por último, son llevados ante un tribunal militar, acusados de espionaje y sentenciados a morir fusilados por un pelotón de ejecución. La mañana del día siguiente son colocados contra el paredón y el sargento les pregunta cuál es su última voluntad. Esther les pregunta si puede llamar a su hija en Chicago. El sargento le dice que es imposible, y se dirige a Murray. «Es una locura —le grita entonces Murray—. ¡No somos espías!» Y escupe

a la cara del sargento. «¡Murray! —le reprende Esther—, ¡por favor!, ¡no te metas en líos!»^[36].

La mayor parte del tiempo nos sentimos bastante seguros de que no vamos a morir en cuestión de minutos. Pero lo cierto es que en una hora incierta todos moriremos, y corremos el riesgo de renunciar a la oportunidad de disfrutar algo si lo diferimos demasiado en el tiempo. En el estilo de vida nómada que caracterizó a nuestros antepasados, en un período de la existencia humana en que no se tenía la capacidad de acumular pertenencias ni se contaba con instituciones sociales duraderas como los depósitos de seguros, los beneficios que tenía el consumo inmediato debieron de haber sido mucho más altos. Pero aun cuando no lo fuesen, *algunos* de estos beneficios que instan a que uno se dé un lujo en el presente debieron de incorporarse a nuestras emociones. Lo más probable es que a lo largo del tiempo desarrollásemos mecanismos para estimar nuestras expectativas de vida, así como las oportunidades y los riesgos planteados por las diferentes opciones (comer ahora o más tarde, establecer un asentamiento o seguir adelante) y afinar las emociones en conformidad con ello.

El politólogo James Q. Wilson y el psicólogo Richard Herrnstein señalaron que muchos criminales actúan como si descartaran irracionalmente el futuro. Un crimen es una apuesta cuyo beneficio es inmediato y cuyo coste posible se paga más tarde. Ambos científicos atribuyeron el descarte del futuro a una baja inteligencia. Los psicólogos Martin Daly y Margo Wilson apuntan una explicación diferente. En los centros urbanos norteamericanos, la expectativa de vida de los varones jóvenes es baja, y ellos lo saben. (En *Hoop Dreams*, un documental que trata de unos jugadores de baloncesto con aspiraciones en un gueto de Chicago, aparece una escena de detención en la que la madre de uno de los jóvenes se alegra de que teniendo dieciocho años aún siga vivo). Además, tanto el orden social como los derechos de propiedad a largo plazo, que permitirían garantizar que las inversiones se restituyen, son poco sólidos. Éstas son precisamente las circunstancias en las que el descarte de forma poco razonable del futuro —asumir riesgos, consumir y no invertir— es una respuesta adaptativa^[37].

Más enigmático resulta el descarte *miope*, es decir, aquella tendencia presente en todos nosotros que nos lleva a preferir una recompensa amplia más tarde a otra pequeña antes, pero con el paso del tiempo dárnosla vuelta a nuestra preferencia y ambas recompensas se acercan. Un ejemplo familiar consiste en decidir antes de cenar que no vamos a tomar postre (una pequeña recompensa a corto plazo) para perder peso (una mayor a más largo plazo), pero, finalmente, se sucumbe a la tentación cuando el camarero trae la carta de los postres. El descarte miope es fácil de reproducir en el laboratorio: basta con dar a los sujetos (palomas, en este caso) dos botones, uno que da una pequeña recompensa inmediata y el otro que da una recompensa mayor más tarde; el sujeto pasará de escoger la mayor recompensa a largo plazo a optar por la pequeña recompensa cuando ésta se hace inminente^[38]. La

debilidad de la voluntad es un problema no resuelto tanto en psicología como en economía. El economista Thomas Schelling plantea una pregunta acerca del «consumidor racional» que puede aplicarse también a la mente adaptada:

¿Cómo debemos conceptualizar a este consumidor racional que todos conocemos y algunos de nosotros somos, el cual, con amargo disgusto, estruja la última cajetilla de cigarrillos, jurándose que ahora va en serio y nunca más se arriesgará a dejar huérfanos a sus hijos a causa de un cáncer de pulmón, y apenas transcurridas tres horas, se halla en plena calle buscando presa del nerviosismo un estanco o un bar abierto donde comprar de nuevo tabaco; o aquel individuo que almuerza devorando una comida con muchas calorías sabiendo que lo lamentará, y de hecho lo lamenta, y luego, sin poder comprender cómo pierde el control, decide compensar aquel exceso tomando una cena frugal, y al cenar vuelve a hacer abuso de las calorías sabiendo que lo lamentará, y lo vuelve a lamentar; o aquel profesional que se queda pegado mirando el televisor sabiendo que al día siguiente se levantará temprano bañado en un sudor frío sin haber preparado la reunión que tiene en la agenda de la que tanto depende su carrera; o aquel padre que echa a perder el viaje a Disneylandia que ha organizado con sus hijos, al perder los estribos cuando sus hijos hacían precisamente aquello que sabía que estaban a punto de hacer y había decidido no perder los nervios si lo hacían?^[39]

Schelling señala los extraños modos en que frustramos nuestro comportamiento abnegado como colocar el despertador al otro lado de la habitación para que no podamos apagarlo y volver a dormir, autorizar a nuestros patrones para que impidan el reintegro inmediato de los cheques de la paga, colocar aquellos tentadores tentempiés fuera del alcance, adelantar cinco minutos el reloj de pulsera. El mítico Ulises hizo que su tripulación se tapara los oídos con cera y le ataran fuertemente al mástil para poder escuchar el seductor canto de las sirenas sin poner rumbo hacia ellas y naufragar contra las rocas.

Si bien el descarte miope permanece sin explicación, Schelling capta algo que es importante de su psicología cuando enraiza la paradoja del autocontrol en la modularidad de la mente. Y observa que «las personas se comportan a veces como si tuvieran dos egos, uno que quiere tener los pulmones limpios y ambiciona la longevidad, y otro que adora el tabaco, o bien uno que prefiere un cuerpo esbelto y delgado, y otro al que le gustan los postres, o uno que anhela mejorar leyendo a Adam Smith cuando explica el dominio de sí mismo... y otro que prefiere ver una película en la televisión. Ambos se hallan en una contienda continua en la que se disputan el control»^[40]. Cuando el espíritu quiere pero la carne es débil, como sucede al pensar en un postre que echará a perder la dieta seguida, sentimos dos tipos muy diferentes de motivos que luchan en nuestro interior, uno respondiendo a lo que vemos y olemos, el otro a los consejos del médico. ¿Qué sucede cuando las recompensas son del mismo tipo, como un dólar hoy frente a dos dólares mañana? Tal vez una recompensa inminente involucra un circuito que trata con cosas que son seguras y un circuito distante para apostar por un futuro incierto. Un circuito es de categoría superior al otro, como si la persona completa estuviera diseñada para creer que más vale pájaro en mano que ciento volando. En el entorno contemporáneo, con su conocimiento fiable sobre el futuro, esta primacía a menudo conduce a elecciones irracionales. En cambio, nuestros antepasados puede que hicieran bien al distinguir

entre lo que es definitivamente disfrutable hoy y aquello que se conjetura o rumorea que será más disfrutable mañana. Incluso hoy en día, la demora en la gratificación a veces es castigada debido a la fragilidad del conocimiento humano. La retirada de fondos lleva a la bancarrota, los gobiernos incumplen las promesas y los médicos anuncian que todo cuanto habían dicho que era malo para la salud es ahora bueno para sus pacientes y viceversa.

Yo y tú

Nuestras emociones más ardientes no son las que evocan los paisajes, las arañas, las cucarachas o los postres, sino las otras personas. Algunas emociones, como el enojo o la ira, llevan a que deseemos hacer daño; otras, como el amor, la simpatía y la gratitud, nos conducen a querer ayudar a las otras personas. Para comprender estas emociones, primero tenemos que comprender por qué los organismos se hallan diseñados para ayudarse o hacerse daño unos a otros.

A juzgar por los documentales sobre la naturaleza, puede darse el caso de que el espectador crea que los lobos atacan al viejo y débil ciervo para mantener al rebaño de ciervos sano, o que los lemmings se suicidan para evitar que la población se muera de hambre, o que los venados se embisten unos a otros para tener derecho a procrear de modo que los individuos más aptos perpetúen la especie. La suposición que subyace a todas estas afirmaciones —que los animales actúan en beneficio del ecosistema, la población o la especie— parecen resultar de la teoría de Darwin. Si en el pasado había diez poblaciones de lemmings, nueve con lemmings egoístas que comían tanto que dejaban a sus grupos en la inanición y una en la cual algunos morían de modo que los otros pudieran vivir, es el grupo número diez el que sobrevive y los lemmings actuales desearán hacer el sacrificio último. Se trata de una creencia muy difundida. Todo psicólogo que haya escrito acerca de la función de las emociones sociales ha hablado del beneficio que encierran para el grupo.

Cuando se afirma que los animales actúan en beneficio del grupo, nadie parece darse cuenta de que la suposición es, en realidad, una desviación radical respecto al darwinismo, que casi a todas luces resulta errónea. Darwin escribió: «La selección natural nunca producirá en un ser una estructura que sea más lesiva que el beneficio que supone estar vivo, ya que la selección natural actúa de forma exclusiva para cada individuo y en beneficio de cada individuo». La selección natural seleccionará a grupos con miembros desinteresados sólo si cada grupo hace entrar en vigor un pacto, el cual garantiza que todos sus miembros son desinteresados. Pero sin el cumplimiento de ese pacto, nada evitaría que un lemming mutante o migrante de hecho pensara: «¡Al infierno con ello! Que salten los *demás* por el precipicio, que luego disfrutaré de la comida que hayan dejado». El lemming interesado recogería las

recompensas del desinteresado proceder de los demás sin pagar por ello coste alguno. Con esta ventaja, sus descendientes serían rápidamente dominantes en la población, aun cuando la población como un todo estuviera peor. Y este destino es válido para cualquier tendencia al sacrificio. La selección natural es el efecto acumulativo de los éxitos relativos de los diferentes reproductores y esto significa que la selección va a favor de quienes se reproducen mejor, a saber, los egoístas^[41].

El hecho inevitable de que las adaptaciones benefician a los reproductores, lo articuló por primera vez el biólogo George Williams y luego fue ampliado por Richard Dawkins en *El gen egoísta*. En nuestros días prácticamente todos los biólogos aceptan esta posición, aunque existen debates acerca de otras cuestiones. La selección entre los grupos es posible sobre el papel, aunque la mayoría de los biólogos ponen en tela de juicio que las circunstancias especiales que la hacen operar lleguen a ser descubiertas algún día en el mundo real. La selección entre las ramas del árbol de la vida es posible, pero ello nada tiene que ver con si los organismos están diseñados para el altruismo. Los animales no se cuidan de lo que sucede a sus grupos, especies o ecosistemas. Los lobos capturan a ciervos viejos y débiles porque son presas más fáciles. Los lemmings famélicos se marchan en busca de mejores suelos y, a veces, caen o se ahogan por accidente, no porque se suiciden. Los venados luchan porque cada uno de los machos quiere reproducirse y uno cede cuando la derrota es inevitable, o forma parte de una estrategia que funciona en general contra otros que operan conforme a la misma estrategia. Los machos que se enzarzan en una lucha son un despilfarro para el grupo; en realidad, los machos *en general* son un derroche para el grupo cuando su número supera la mitad del contingente de la población, dado que unos pocos sementales bastan para engendrar la nueva generación sin por ello consumir la mitad de la comida^[42].

Los biólogos a menudo describen estos actos como comportamiento interesado, pero lo que causa el comportamiento es la actividad del cerebro, en especial la circuitería que permite las emociones y los demás sentimientos. Los animales se comportan de forma egoísta a causa del modo en que sus circuitos emocionales están establecidos. Tener mi estómago lleno, mi calor, mis orgasmos, hazme sentir lo mejor que puedas y quiero lo mío, buscaré lo mío más que lo tuyo. Cierto es que un animal por sí solo no siente de forma directa qué hay en el estómago de otro, pero puede sentirlo de forma indirecta observando el comportamiento del segundo animal. Por tanto, es un hecho psicológico interesante que los animales en general no experimenten el bienestar patente de otros animales como su propio placer. Y es un caso aún más interesante cuando a veces lo hacen.



En las líneas anteriores afirmé que la selección natural selecciona reproductores egoístas. Si los organismos fueran replicadores, entonces todos los organismos serían

egoístas. Pero lo cierto es que los organismos no se duplican. Mis padres no se replicaron cuando me tuvieron, porque no soy una copia idéntica de ninguno de mis progenitores. El proyecto original a partir del cual fui elaborado —el conjunto de genes— no es el mismo que dio origen a mis padres. Sus genes se mezclaron, cierto; se formaron aleatoriamente muestras de las que se constituyó el esperma y los óvulos, y combinados unos con otros durante la fertilización crearon una nueva combinación de genes y un nuevo organismo distinto de los previos. Las únicas cosas que, en realidad, se replicaron fueron los genes y los fragmentos de genes cuyas copias se incorporaron en el nuevo organismo, algunas de las cuales pasarán a su vez a la descendencia que este nuevo organismo tenga y así sucesivamente. De hecho, aunque mi madre se hubiera clonado a sí misma, no se habría replicado puesto que sólo lo habrían hecho sus genes. Ésta es la razón por la cual todo cambio que sufriera en su vida —la pérdida de un dedo, el hacerse un tatuaje o perforarse la nariz— no sería transmitido a sus hijos. El único cambio que pueden heredar los hijos sería una mutación de uno de los genes en el óvulo del cual finalmente surgió el individuo que soy. Los genes, y no los cuerpos, se reproducen, y ello significa que los genes, y no los cuerpos, serán egoístas.

El ADN, huelga decirlo, no tiene sentimientos; «egoísta» significa para él «actuar de tal modo que sean más probables sus propias copias». El modo que tiene un gen para hacerlo en un animal dotado de cerebro es cablear el cerebro de modo que las experiencias placenteras y dolorosas que siente el animal hagan que actúe de modos que conduzcan a hacer más copias del gen. A menudo esto significa hacer que un animal disfrute con estados que le hacen sobrevivir y reproducirse. Una barriga llena es satisfactoria porque permite que los animales vivan, se muevan y reproduzcan, conduciendo a la realización de más copias de los genes que construyen cerebros que hacen que las barrigas llenas se sientan satisfechas.

Al construir un cerebro que convierte el acto de comer en una diversión, un gen ayuda a extender las copias de sí mismo dispuestas en la gónadas del animal. El ADN real que ayuda a construir el cerebro, ciertamente, no es transmitido al óvulo o el esperma; sólo se transmiten copias del gen situado en el interior de las gónadas. Pero aquí se produce una importante torsión. Los genes situados en las gónadas del animal no son las únicas copias existentes de los genes que construyen el cerebro; simplemente son las más convenientes para que el gen constructor del cerebro se replique. *Cualquier* copia capaz de replicarse, en cualquier punto del mundo, es un objetivo legítimo, si puede identificarse y si se pueden dar pasos para ayudarla a replicarse. Un gen que actuara replicando copias de sí mismo en el interior de las gónadas de algún otro animal sería tan bueno como un gen que las replicara en el interior de las gónadas de su propio animal. En la medida que se trata del gen, una copia vale lo mismo que otra copia y es irrelevante el animal que haga las veces de anfitrión. Para un gen encargado de la construcción del cerebro, lo único especial acerca de las gónadas del animal es la certeza de que las copias del gen se hallarán en

esas gónadas (la certeza deriva del hecho de que las células en el cuerpo de un animal son clones genéticos). Tal es la razón por la cual los genes responsables de la construcción del cerebro hacen que los animales disfruten tanto de su propio bienestar. Si un gen construyera un cerebro capaz de saber si las copias del mismo se hallaban en las gónadas de otro animal, este gen haría que el cerebro por él construido disfrutara con el bienestar propio del otro animal, y le haría actuar de modo que incrementara el bienestar característico del otro animal.

¿Cuándo la copia de un gen en un animal se halla en otro? Sólo si los animales están emparentados. En la mayoría de animales existe una probabilidad de un medio de que cualquier gen en uno de los padres tenga una copia dentro de su descendencia, porque cada uno de los padres aporta la mitad de los genes de su prole. Existe también una probabilidad de un medio de que una copia se halle en el interior de un hermano natural, ya que los hermanos naturales heredan sus genes de la misma pareja de progenitores. La probabilidad de que la copia se halle en un primo hermano se reduce a un octavo, y así sucesivamente. Un gen capaz de construir un cerebro que hiciera que su propietario ayudase a sus parientes, indirectamente se estaría ayudando a replicarse. El biólogo William Hamilton señalaba que si el beneficio para el pariente, multiplicado por la probabilidad de que un gen sea compartido, supera el coste que supone para el animal, el gen se extenderá en la población. Hamilton desarrolló y formalizó una idea que ha sido sostenida por otros varios biólogos también, entre los cuales destaca el célebre J. B. S. Haldane, quien respondió bromeando a la pregunta de si daría la vida por su hermano diciendo: «Por uno no..., pero sí por dos hermanos u ocho primos».

Cuando un animal se comporta beneficiando a otro teniendo que pagar por ello un coste, los biólogos denominan este comportamiento altruismo. Cuando el altruismo evoluciona porque el altruista está relacionado con el beneficiario de modo que el gen causante del altruismo saca provecho de ello, lo denominan selección por parentesco^[43]. Pero cuando examinamos la psicología del animal que lleva a cabo ese comportamiento, cabe denominar a este fenómeno de otro modo: amor.

La esencia del amor es sentir placer por el bienestar de los demás y dolor cuando sufren daño. Estos sentimientos motivan actos que benefician al amado, al igual que la cría, la alimentación y la protección. No comprendemos la razón por la cual muchos animales, entre ellos los humanos, aman a sus hijos, padres, abuelos, nietos, hermanos, tías, tíos, sobrinos, sobrinas y primos: las personas que ayudan a sus parientes equivalen a genes que se ayudan a sí mismos. Los sacrificios hechos por amor son modulados por el grado de parentesco: se suelen hacer más sacrificios por los hijos que por los sobrinos y las sobrinas. La vida reproductiva esperada del beneficiario los modula: los padres se sacrifican más por sus hijos, que tienen una vida por delante de lo que los hijos se sacrifican por sus padres. Además, están modulados por los propios sentimientos de amor del beneficiario. Amamos a las abuelas no porque esperemos que se reproduzcan, sino porque las abuelas nos quieren

a nosotros y al resto de su familia. Es decir, ayudamos a las personas que disfrutaban ayudándonos y ayudan a nuestros parientes. Tal es la razón por la cual los hombres y las mujeres se enamoran. El otro progenitor de mi hijo ha invertido desde un punto de vista genético tanto como yo en nuestro hijo, de modo que lo que es bueno para ella es bueno para mí.

Muchas personas piensan que la teoría del gen egoísta afirma que «los animales intentan extender sus genes». Esta afirmación no rinde cuenta de los hechos ni tampoco de la teoría. Los animales, y entre ellos la mayoría de seres humanos, no saben ni un ápice de genética y se preocupan aún menos por el tema. Los seres humanos aman a sus hijos no porque quieran extender sus genes (de forma consciente o inconsciente), sino porque no pueden por más que hacerlo. Ese amor que sienten les hace intentar que sus hijos no pasen frío, alimentarlos y que se sientan seguros. Lo que es egoísta no son los motivos reales de la persona, sino los motivos metafóricos de los genes que constituyen la persona. Los genes «intentan» extenderse estableciendo el circuito cerebral del animal de modo que los animales quieran a sus parientes e intenten que no pasen frío, los alimenten y estén seguros.

La confusión proviene de pensar que los genes de los seres humanos son su auténtico yo, y los motivos de sus genes sus motivos más profundos, verdaderos e inconscientes. A partir de estas dos premisas resulta fácil extraer la moraleja cínica e incorrecta de que todo amor es un acto de hipocresía. Esta moraleja confunde los motivos reales de la persona con los motivos metafóricos de los genes. Los genes no son malabaristas, actúan como una receta que permite elaborar el cerebro y el cuerpo, y una vez terminado su cometido se retiran. Viven en un universo paralelo, dispersos entre los cuerpos, moviéndose según sus propios programas.



Casi todas las discusiones en el ámbito de la biología del altruismo no versan en realidad sobre la biología del altruismo. Resulta fácil ver porqué los documentales sobre la naturaleza, con su laudable ética conservacionista, diseminan la propaganda activista de que los animales actúan en interés del grupo. Uno de sus trasfondos es: «No hay que odiar al lobo que se acaba de comer a Bambi, porque actúa en función de un bien superior». Otro sería «La naturaleza actúa protegiendo el entorno, nosotros los seres humanos, en cambio, más valdría que lo hiciésemos mejor». La oposición que a esta manera de entender las cosas supone la teoría del gen egoísta ha sido atacada agriamente al considerar que se corría el riesgo de justificar la filosofía defendida por el personaje de Gordon Gekko en el filme de Oliver Stone *Wall Street*: la codicia es buena, la codicia va bien. Luego están quienes creen que los genes egoístas nos instan, en cambio, a enfrentarnos a la cruda verdad: en el fondo, la madre Teresa de Calcuta era, de hecho, una egoísta.

La ciencia moralista es perniciosa tanto para ética como para la ciencia. Sin lugar a dudas, sería un acto de estulticia asfaltar el Yosemite, el personaje de Gordon Gelcko es pernicioso y la madre Teresa es un ser de un valor humano de primera importancia con independencia de cuál sea el último titular que lleven los artículos publicados en las revistas de biología. Pero sospecho que sólo los seres humanos experimentamos un *escalofrío* cuando conocemos más acerca de qué nos hace ser lo que somos. Por tanto, vale la pena ofrecer un modo más útil de reflexionar sobre el gen egoísta.

El cuerpo es la barrera última a la empatía. Si mi amigo tiene dolor de muelas, a mí no me duele del modo en que a él le duele. Pero los genes no se hallan encarcelados en los cuerpos, pues el mismo gen vive en los cuerpos de muchos de los miembros de la familia a la vez. Las copias dispersas de un gen se evocan unas a otras dotando a los cuerpos con emociones. El amor, la compasión y la empatía son fibras invisibles que conectan a los genes existentes en cuerpos diferentes, y son lo más próximo que nunca llegaremos a estar de sentir el dolor de muelas que padece alguna otra persona. Cuando un padre o una madre quisieran ocupar el lugar de un hijo que está a punto de ser intervenido quirúrgicamente, no es ni la especie ni el grupo ni su cuerpo quien les hace tener esa emoción casi altruista; son sus genes egoístas.



Los animales no sólo tratan bien a sus parientes. El biólogo Robert Trivers propuso, basándose en la obra de George Williams, el modo en que podían desarrollarse otros tipos de altruismo (donde altruismo, una vez más, se define como un comportamiento que beneficia a otros organismos a expensas del que se comporta de tal forma). Dawkins lo explica con un ejemplo hipotético. Imaginemos una especie de ave afectada por garrapatas y que tiene que pasarse buena parte del tiempo quitándose las con el pico. Puede llegar a todas las partes de su cuerpo, salvo a la parte superior de la cabeza. Cada una de las aves se beneficiará si alguna otra ave se dedica a acicalarle la cabeza. Si todas las aves de un grupo respondieran así al ver una cabeza que se les ofrece para que le quiten los parásitos, el grupo prosperaría. Pero, en cambio, ¿qué sucedería si un mutante ofreciera su cabeza para que le quitaran las garrapatas, pero nunca hiciera lo propio con los demás? Estos polizones pronto quedarían exentos de parásitos y podrían emplear el tiempo que se ahorrasen al no desparasitar a los otros en buscar más comida. Contando con esta ventaja, finalmente, acabarían siendo dominantes en la población, aun cuando ello hiciera que el grupo estuviese más expuesto a la extinción. El psicólogo Roger Brown añade en este sentido: «Cabe imaginarse el patético acto final en el cual todas las aves en escena ofrecieran unas a otras sus cabezas sin que ninguna se dedicase a desparasitarlas».

Pero pongamos que surgiera un mutante diferente y caracterizado por su rencor. Este mutante quitaría los parásitos a las aves con las que no está emparentado, así como de las aves que en el pasado hubiesen hecho lo propio con él, pero se negaría a quitar las garrapatas de aquellas que a su vez no se las hubieran sacado. Una vez que unos pocos de ellos hubiesen ganado pie en la población, estas rencorosas aves prosperarían, porque se desparasitarían entre sí sin tener que pagar el precio de hacerlo mismo con las aves tramposas. Una vez que se hubieran establecido, ni las desparasitadoras ni las tramposas podrían expulsarlas, si bien en algunas circunstancias las tramposas podrían aguardar al acecho como una minoría.

El ejemplo es hipotético y se limita a ilustrar de qué modo el altruismo entre animales que no están emparentados —lo que Trivers da en llamar el altruismo recíproco— puede evolucionar. Resulta fácil confundir el experimento imaginario con una observación real; Brown señala: «Cuando puse este ejemplo en clase, a veces aparecía luego en los exámenes convertido en un ave real, a menudo confundido con las “palomas de Skinner”, a veces como cormorán, y una vez incluso como petirrojo». Ciertas especies practican el altruismo recíproco, aunque no son muchas, ya que se desarrolla sólo bajo condiciones especiales. Un animal tiene que ser capaz de garantizar un amplio beneficio al otro contrayendo para ello un pequeño coste cuyo precio debe asumir, y los papeles tienen que poder invertirse por lo general. Los animales tienen que dedicar una parte de sus cerebros a reconocerse unos a otros como individuos (véase **capítulo 2**), y si la gratificación se produce mucho tiempo después de haber mediado el favor, tienen que recordar quién les ayudó y quién se negó a hacerlo, y decidir el modo de conceder y retirar favores en consonancia con todo ello^[44].

Los seres humanos somos, ciertamente, una especie cerebral y, desde un punto de vista zoológico, somos insólitos por lo a menudo que ayudamos a individuos con los que no estamos emparentados (**capítulo 3**). Nuestros estilos de vida y nuestra mente se hallan especialmente adaptados a las exigencias del altruismo recíproco. Tenemos comida, herramientas, ayuda, servicios e información que intercambiar. Gracias al lenguaje, la información es un bien ideal de intercambio, dado que su coste para el emisor —unos pocos segundos de respiración— es minúsculo comparado con el beneficio que supone para quien la recibe. Los seres humanos se obsesionan con los individuos, basta con recordar qué sucedió con los gemelos Block en el **capítulo 2**, uno de los cuales mordió a un policía sin que ninguno de los dos pudiera ser condenado porque cada uno se beneficiaba de la duda razonable acerca de ser en realidad él y no su gemelo quien cometió el delito. Además, la mente humana está equipada con demonios orientados a metas que regulan la distribución de favores; al igual que sucede con el altruismo dirigido por los lazos de parentesco, el altruismo recíproco es la taquigrafía del comportamiento que transcribe un conjunto de pensamientos y emociones. Trivers y el biólogo Richard Alexander demostraron de qué modo las demandas de recíproco altruismo son probablemente la fuente de

muchas de las emociones humanas. Desde un punto de vista colectivo, constituyen una amplia parte del sentido moral.

La dotación mínima es un detector de mentiras y una estrategia de tanteo que escatima a un tramposo redomado una ayuda ulterior. Un tramposo redomado es aquel que se niega a establecer reciprocidad en nada, o que devuelve tan poco de lo que el altruista le ha dado que no llega a saldar el coste inicial del favor. En el **capítulo 5** decíamos que Cosmides demostró que los seres humanos razonaban de forma poco común acerca de los tramposos. Con todo, la intriga real se inicia con la observación de Trivers según la cual hay un modo más sutil de defraudar: corresponder con lo bastante para que al altruista le valga la pena esperar, pero devolver menos de lo que se es capaz de dar o menos de lo que el altruista daría si se intercambiaban los papeles en la situación. Este hecho coloca al altruista en una posición difícil. En un sentido es tímido, pero si insiste en la equidad, el sutil tramposo puede dar por terminada toda la relación. Dado que la mitad de algo es mejor que nada, el altruista queda atrapado. Con todo tiene, de hecho, un tipo de ventaja: siempre que haya otros intercambiadores de favores en el grupo que no defrauden o que defrauden sutilmente aunque con menos avaricia, puede pasar a establecer relaciones e intercambiar favores recíprocamente con ellos en lugar de hacerlo con el anterior.

El juego se ha vuelto más complicado. La selección favorece el fraude mientras el altruista no se dé cuenta o mientras no suspenda su altruismo si lo descubre. Este hecho conduce a detectores de mentiras mejores, que a su vez conducen a mayor sutileza en el fraude, conduciendo de nuevo a detectores aún más finos, los cuales conducen a tácticas que permiten evadirse utilizando un fraude mucho más sutil aún, sin ser detectado por los sensibilísimos detectores de mentiras, y así sucesivamente. Cada detector tiene que activar un demon emocional que establece la meta apropiada, mantener la correspondencia, romper la relación, y así sucesivamente^[45].

En este punto es donde la ingeniería inversa de Trivers se aplica a las emociones moralistas como estrategias en un juego de reciprocidad. (Sus consideraciones acerca de las causas y las consecuencias de cada emoción se hallan bien documentadas en la literatura de la psicología social experimental y en los estudios de otras culturas^[46], aunque apenas son necesarios, ya que sin duda al lector se le acudirán ejemplos a raudales sacados de la vida real).

La *vinculación* es la emoción que inicia y mantiene una relación altruista. En términos generales, es una voluntad de ofrecer a alguien un favor y está dirigida a aquellos que parecen estar dispuestos a ofrecer favores a cambio. Al igual que las personas que son simpáticas con nosotros, somos simpáticos con las personas que nos gustan.

El *enojo* protege a una persona cuya amabilidad le ha dejado vulnerable ante la posibilidad de ser engañada. Cuando la explotación es descubierta, la persona clasifica el acto ofensivo como injusto y experimenta indignación, así como un deseo

de responder con agresividad moral: castigando al embaucador cortando de plano la relación, y a veces lastimando a aquél. Muchos psicólogos han señalado que el enojo tiene ribetes morales; casi todo enojo es un enojo justificado. Las personas furiosas sienten que han sido agraviadas y tienen que poder resarcirse de una injusticia que se ha cometido con ellos.

La *gratitud* calibra el deseo de corresponder según los costes y beneficios del acto original. Nos sentimos agradecidos con ciertas personas cuando el favor que han dispensado nos ayuda mucho y les ha costado, a su vez mucho.

La *simpatía*, el deseo de ayudar a aquellos que lo necesitan, puede que sea una emoción para merecer la gratitud. Si un individuo se siente más a agradecido cuando más necesita el favor, una persona que lo necesita es una oportunidad para que un acto altruista llegue más lejos.

La *culpa* puede atormentar a un tramposo que corre el riesgo de ser descubierto. H. L. Mencken definía la *conciencia* como «la voz interior que nos alerta de que alguien podría estar mirándonos». Si la víctima O responde cortando toda ayuda futura, el tramposo lo pagará caro. Éste a tiene interés en evitar la ruptura, compensando de la fechoría y evitando que se vuelva a producir. Los seres humanos se sienten culpables por transgresiones privadas porque pueden hacerse públicas; confesar una maldad antes de que sea descubierta es una prueba de sinceridad y da a la víctima mejores razones para mantener la relación. La *lástima*, la reacción a una transgresión una vez ha sido descubierta, evoca una exhibición pública de contrición, sin duda motivada por las mismas razones.

Lily Tomlin afirmaba haber «intentado ser cínica, pero me resulta difícil seguir». Trivers señala que una vez que estas emociones evolucionaron, los seres humanos tuvieron un incentivo para imitarlas y sacar provecho de las reacciones de las otras personas ante la realidad. La generosidad y la amistad fingidas puede que induzcan a cambio un altruismo auténtico. Un enojo moral fingido cuando no ha habido ningún fraude real puede en cambio reportar indemnizaciones. La culpa fingida puede convencer a una parte agraviada de que el timador se ha reformado, aun cuando el fraude esté a punto de reanudarse. Fingir que se está pasando por unos apuros fatales puede evocar una simpatía genuina. La simpatía fingida que cobra la apariencia de ser ayuda puede provocar una gratitud real. La gratitud fingida puede confundir a un altruista y llevarle a esperar que un favor concedido sea correspondido. Trivers señala que ninguna de estas formas de hipocresía es preciso que sea consciente; en realidad, tal como tendremos oportunidad de ver, son más efectivas si no lo son.

La siguiente ronda de esta contienda evolutiva es, ciertamente, desarrollar una capacidad para discriminar entre emociones reales y emociones fingidas. Tenemos la evolución de la confianza y la desconfianza. Cuando vemos que alguien adopta los ademanes de la generosidad, la culpada simpatía o la gratitud en lugar de demostrar signos de emoción genuina, perdemos todo deseo de cooperar. Por ejemplo, si un tramposo hace propósito de enmienda de manera calculada en lugar de expresar una

culpa creíble, puede que vuelva a mentir cuando las circunstancias le permitan salir impune. La búsqueda de signos de fiabilidad nos convierte en adivinadores de pensamientos, nos hace estar alerta ante cualquier movimiento fruto del nerviosismo o inconsistencia que traicione y evidencie una emoción fingida. Dado que la hipocresía es más fácil que se evidencie cuando se comparan las observaciones, la búsqueda de la fiabilidad hace de nosotros ávidos consumidores de rumores. A su vez, la reputación se convierte en nuestra pertenencia más preciada y estamos motivados a protegerla (e hincharla) con llamativas muestras de generosidad, simpatía e integridad, y ofendernos cuando se ve impugnada.

¿Me sigue? La capacidad para guardarse de emociones fingidas puede a su vez utilizarse como un arma contra las emociones reales. Uno, por ejemplo, puede proteger su propio hacer embaucador imputando falsos motivos a alguien más, diciendo que una persona no está ofendida, no es simpática o agradecida, es culpable y así sucesivamente cuando en realidad no es así. No es de extrañar que Trivers fuera el primero en proponer que la expansión del cerebro humano estaba dirigida por una carrera armamentista de tipo cognitivo, alimentada por las emociones necesarias para regular el altruismo recíproco.



Al igual que la selección por parentesco, el altruismo recíproco ha sido condenado como una descripción, siempre tolerante, de una imagen desoladora de los motivos humanos. ¿La simpatía es sólo un modo barato de procurarse gratitud? ¿La abnegación es sólo una táctica comercial? En absoluto. Sigamos adelante y pensemos lo peor de las emociones fingidas. Pero la razón de que las reales sean sentidas no es que se espere de ellas que ayuden a quien las siente, de hecho es que ayudaron a los antepasados del que hoy las siente. Y no es que debamos dejar de ver las iniquidades que los padres cometen con sus hijos, sino que tal vez los padres nunca hayan sido inicuos. Los primeros mutantes que sintieron simpatía y gratitud puede que prosperaran no por los cálculos hechos, sino porque los sentimientos les hicieron apreciables por sus vecinos al cooperar con ellos. Las emociones mismas puede que hayan sido abnegadas y sinceras en cada generación; en realidad, una vez que evolucionaron los detectores de emociones fingidas, eran más efectivas al ser abnegadas y sinceras. Desde luego, los genes son, desde un punto de vista metafórico, egoístas, ya que dotan a los seres con emociones beneficiosas, pero ¿a quién le importa el valor moral del ácido desoxirribonucleico?

Muchas personas se resisten aún a aceptar que las emociones morales están diseñadas por la selección natural para fomentar los intereses a largo plazo de los individuos, y en última instancia de sus genes. ¿Sería acaso mejor para alguien si respondieran a lo que es mejor para el grupo? Las fábricas no contaminarían, los sindicatos de los servicios públicos no harían huelga, los ciudadanos reciclarían las

botellas y tomarían los autobuses, y los adolescentes dejarían de causar estragos en las tranquilas tardes de los domingos con sus patines.

Una vez más, pienso que es insensato confundir cómo funciona nuestra mente con cómo sería agradable que la mente funcionara. Pero tal vez podemos encontrar cierto alivio si examinamos de un modo diferente las cosas. Tal vez debamos *regocijamos* de que las emociones humanas no estén diseñadas para el bien del grupo. Históricamente, el mejor modo de beneficiar al propio grupo ha sido desplazar, subyugar y, a veces, aniquilar al grupo que vive al lado^[47]. Las hormigas de una colonia se hallan estrechamente emparentadas y cada una es un ejemplo de abnegación. Ésta es la razón por la cual las hormigas son uno de los pocos tipos de animales que hacen guerras y capturan esclavos. Cuando los dirigentes humanos han manipulado o coercionado a los individuos subsumiendo sus intereses en los del grupo, los resultados obtenidos son algunas de las peores atrocidades de la historia. En *La última noche de Boris Grushenko*, el personaje pacifista que interpreta Woody Allen es instado encarecidamente a que defienda al zar y a la Madre Rusia, con el equívoco llamamiento al deber consistente en afirmar que, de caer bajo el dominio de los franceses, tendría que comer croissants y comida sabrosa con salsas fuertes. Los deseos humanos de una vida cómoda para sí mismo, su familia y sus amigos, puede que hayan frenado las ambiciones de más de un emperador.

La máquina de destrucción total

Supongamos que corriera el año 1962, y que el lector fuese el presidente de Estados Unidos. La Unión Soviética acaba de lanzar una bomba atómica sobre Nueva York y sabe que no volverán a atacar. Ante sí tiene el teléfono con línea directa que le comunica con el Pentágono, el proverbial botón, con el cual puede responder inmediatamente bombardeando Moscú.

Está a punto de apretar el botón, ya que la política de la nación consiste en responder a un ataque nuclear pagando con la misma moneda. La política fue pensada para disuadir; en caso de no seguirla hasta el final, la disuasión habría sido sólo simulada.

Por otro lado, como presidente piensa que el daño ya ha sido causado y que el hecho de matar a millones de rusos no devolverá la vida a los millones de norteamericanos que han muerto. La bomba añadirá aún más lluvia radiactiva a la atmósfera, la cual también afectará a los ciudadanos norteamericanos y, como presidente, acabaría pasando a la historia como uno de los peores genocidas de todos los tiempos. Acaba pensando que, entonces, la venganza sería puro despecho.

Pero, por otro lado, sabe que ha sido precisamente esta línea de pensamiento la que envalentonó a los soviéticos para atacar. Ellos sabían que una vez que la bomba

estallase, los norteamericanos no tendrían nada que ganar y mucho que perder si respondieran lanzando a su vez una bomba contra los habitantes de Moscú. Los soviéticos pensaban que, en esta partida, los norteamericanos tendrían sólo un farol entre las manos. Sabe que el mismo hecho de pensar así causó la catástrofe y, por tanto, que no debe pensar de este modo.

Pero *ahora* es demasiado tarde para no pensar así...

Llegados a este punto, como presidente maldice su libertad. El apuro en el que se encuentra consiste en que aun teniendo la opción de vengarse, la venganza no coincide con sus intereses y, por tanto, puede que se decida a no optar por ella, ajustándose de este modo exactamente a lo que los soviéticos habían anticipado. ¡Si al menos no tuviera otra elección! Si al menos los misiles se hubieran conectado a un detector fiable de explosiones nucleares y se dispararan de forma automática, los soviéticos, entonces, no se habrían atrevido a atacar, porque hubieran sabido que la respuesta inmediata norteamericana sería indudable.

Esta serie de razonamientos fue llevada a su conclusión lógica en la novela y, luego, en el filme *Teléfono rojo: ¿Volamos hacia Moscú? (Doctor Strangelove)*. La trama discurre así. Un oficial norteamericano desquiciado ha ordenado que un bombardero ataque la Unión Soviética y ya no se dispone del código para anular la misión. El presidente y sus consejeros se reúnen en la sala de operaciones de guerra con el embajador soviético y, por vía telefónica, están comunicados con el premier soviético, para persuadirles de que el ataque inminente es, de hecho, un accidente y que los soviéticos no deben responder, sino que deben intentar derribar al bombardero. Saben que es demasiado tarde. Los soviéticos han puesto en marcha la «máquina de destrucción total»: una red de silos de misiles nucleares que no necesita de la presencia humana para responder si el país es atacado o si alguien intenta desarmarla. La lluvia radiactiva destruirá toda forma de vida sobre el planeta. Los soviéticos habían construido aquella máquina porque era más económica que responsabilizar a personas de los misiles y los bombarderos, porque temían que Estados Unidos pudiera construir otra similar y deseaban evitar la paradoja de la destrucción total. El presidente Muffley (interpretado por el actor Peter Sellers) conferencia con el estratega nuclear máximo del país, el brillante doctor Strangelove (interpretado, también, por el mismo Peter Sellers):

—Pero —dijo Muffley—; ¿es realmente posible que se accione automáticamente y al mismo tiempo que no sea posible desactivarla?

... El doctor Strangelove respondió rápidamente:

—Ciertamente. Señor presidente, no sólo es posible, sino que es esencial. Es la idea que da sentido a esta máquina. La disuasión es el arte de producir en el enemigo el miedo a atacar. Y así, dado que el proceso de toma de decisiones automatizado e irrevocable descarta la intromisión humana, la máquina de destrucción total es aterradora, simple de comprender y completamente creíble y convincente ...

—Pero es tremendo, doctor Strangelove. ¿Cómo puede activarse automáticamente? —preguntó el presidente Muffley.

—Señor, es muy sencillo hacerlo —respondió Strangelove—. Primero se debe querer enterrar bombas sin límite alguno. Una vez enterradas son conectadas con un gigantesco complejo de ordenadores. Entonces se

programa en los bancos de memoria un conjunto específico estrictamente definido de circunstancias que, en caso de darse, harán que las bombas sean lanzadas... —Strangelove se giró y miró directamente al embajador soviético—. Hay sólo una cosa que no entiendo, señor embajador. La decisiva importancia de la máquina de destrucción total se desvanece si se mantiene en secreto. ¿Por qué no dijeron al mundo que la tenían?

[El embajador] volvió la cara. Luego, con voz clara y tranquila dijo:

—Iba a ser anunciada en el Congreso del Partido del lunes. Como muy bien sabe al premier soviético le gustan las sorpresas^[48].

El doctor Strangelove, con su acento teutón, enfundado en sus guantes de cuero, sentado en la silla de ruedas y con aquel desconcertante tic suyo de levantar el brazo haciendo el saludo nazi, es uno de los personajes cinematográficos más misteriosos de todos los tiempos. Se pensaba que simbolizaba un tipo de intelectual que hasta fecha reciente ocupaba un lugar destacado en la imaginación popular: el estratega nuclear, al que se paga para que piense lo impensable^[49]. Estos hombres, entre los cuales se contaba Henry Kissinger (en quien basó Sellers su personaje), Herman Kahn, John von Neumann y Edward Teller, fueron estereotipados como energúmenos anormales que, con toda meticulosidad, llenaban pizarras de ecuaciones acerca de conceptos como las megamuertes y la destrucción mutua asegurada. Tal vez lo que de ellos infundía más miedo eran sus conclusiones paradójicas; por ejemplo, que la seguridad en la era nuclear resultaba de exponer a las ciudades de una potencia a ser destruidas al tiempo que se protegían sus misiles.

Con todo, las perturbadoras paradojas de la estrategia nuclear se aplican a *cualquier* conflicto entre partes cuyos intereses son enfrentados y compartidos. El sentido común afirma que la victoria será del bando con más inteligencia, egoísmo, frialdad, opciones, poder y Líneas claras de comunicación. Pero el sentido común se equivoca. Cada uno de estos activos pueden ser cargas onerosas en una contienda estratégica (en oposición a un lance de suerte, capacidad o fuerza), donde el comportamiento es calculado prediciendo cuál será la respuesta del enemigo. Thomas Schelling demostró que las paradojas se hallan presentes en todos los ámbitos de la vida social. Veremos cómo ofrecen una idea muy perspicaz de las emociones, en especial, de las pasiones impetuosas que convencieron a los románticos de que el sentimiento y la razón eran opuestos. Primero, con todo, dejaremos a un lado las emociones y nos limitaremos a examinar la lógica de los conflictos de estrategia.

Pongamos por ejemplo la negociación de un precio. Cuando dos partes regatean sobre el precio de un coche o una casa, el trato se cierra si una de las partes hace una concesión final. ¿Por qué la hace? Porque tiene la certeza de que la otra no lo hará. La razón, por la que la otra no hará la concesión es porque piensa que él sí la hará. Piensa que la hará porque aquella parte piensa que la otra parte piensa que ella piensa que la otra la hará. Y así sucesivamente. Siempre hay, además, una gama de precios en los que comprador y vendedor se pondrán de acuerdo. Aun cuando un precio particular de la gama no sea el mejor precio para una de las partes, siempre será preferible a romper la negociación. Cada parte es vulnerable, ya que está forzada a

aceptar el peor precio cuando la otra se da cuenta de que no tiene elección si la alternativa existente es la de no llegar a ningún acuerdo. Pero cuando ambas partes conjeturan acerca de la gama, *cualquier* precio en ella es un punto a partir del cual al menos una parte voluntariamente dará marcha atrás, y la otra parte lo sabe.

Schelling señala que la táctica para salir adelante es «un sacrificio voluntario pero irreversible de la libertad de elección». ¿Cómo persuadiremos a alguien de que no vamos a pagar más de 16.000 dólares por un coche que en realidad valoramos en 20.000 dólares? Con una tercera parte se puede hacer una apuesta pública de 5.000 dólares de que no pagará más de 1.600 dólares por el coche. Mientras la cantidad ofrecida dé un beneficio al concesionario con el que tratamos, no tiene más elección que aceptar. La persuasión sería inútil; va en contra de nuestros intereses comprometernos. Si el vendedor está atado de manos, mejorará su posición de negociación. El ejemplo es imaginario, pero abundan los reales. Un concesionario designa a un vendedor el cual no está autorizado a vender a un precio inferior al determinado aun cuando diga que quiere hacerlo. El comprador de una casa no puede obtener una hipoteca si la valoración del banco afirma que paga demasiado. El comprador saca partido de ese tener las manos atadas por el banco para obtener así un mejor precio del vendedor.

En los conflictos de estrategia, no sólo el hecho de tener poder se convierte en una carga onerosa, sino que también puede serlo la comunicación. Cuando hablamos desde una cabina telefónica con un amigo sobre el lugar en el que quedamos para cenar, podemos anunciar simplemente que estaremos en el Mings a las diez y media, y después colgar. El amigo tiene que acceder si quiere quedar para vernos.

Las tácticas paradójicas forman parte también de la lógica de las promesas. Una promesa puede asegurar un favor sólo cuando el beneficiario de la promesa cuenta con una buena razón para creer que se acabará cumpliendo. Quien hace la promesa se halla, por tanto, en una mejor posición cuando el beneficiario sabe que aquel está *obligado* por la promesa que ha hecho. La legislación jurídica reconoce a las compañías el derecho tanto a demandar por daños y perjuicios como a ser demandadas. ¿El derecho a ser demandado? ¿De qué tipo de «derecho» se trata? Es un derecho que confiere el poder de hacer una promesa: firmar contratos, prestar dinero y asociarse en negocios con alguien que pudiera resultar perjudicado a resultas de ello. De un modo parecido, la ley que habilita a los bancos para que extingan el derecho a ejecutar una hipoteca compensa a las entidades por el hecho de conceder las hipotecas, y por tanto, paradójicamente, beneficia a *quien toma el préstamo*. En algunas sociedades, observa Schelling, los eunucos tenían los oficios mejores en razón de lo que no podían hacer. ¿Cómo persuade un rehén a su secuestrador para que no le mate a fin de evitar que le identifique ante un tribunal? Una opción es cegarse deliberadamente, otra mejor, en cambio, es confesarle un secreto vergonzoso que el secuestrador pueda utilizar como arma de chantaje. En caso de que el rehén no tenga

tal secreto, puede crear uno dejando que el secuestrador, por ejemplo, le fotografíe en un acto degradante e incalificable.

Las amenazas, y las defensas contra ellas, son el ámbito en que el doctor Strangelove hace valer en realidad todos sus méritos. Hay amenazas que son preocupantes, pues quien las lanza tiene interés en cumplirlas, por ejemplo, cuando un casero amenaza a un ladrón con llamar a la policía. La cosa se anima cuando cumplir la amenaza conlleva un coste gravoso para quien amenaza, de modo que el valor de la amenaza es sólo disuasorio. Una vez más, la libertad es onerosa; la amenaza es creíble sólo si quien amenaza no tiene más elección que cumplirla y quien es el sujeto paciente de la misma lo sabe. Por otro lado, este sujeto de la amenaza puede a su vez amenazara quien le amenaza negándose a obedecerle. La máquina de destrucción total de los rusos es un ejemplo evidente de ello, aunque el hecho de haberla mantenido en secreto frustraba su propósito. Un pirata del aire que amenaza con hacer estallar el aparato del que se ha apoderado si alguien intenta desarmarle, tendrá una mejor opción para llegar a ver el país escogido para exiliarse si lleva explosivos que estallen al mínimo golpe. Un buen modo de ganar en el juvenil juego de ver quién es más gallito, consistente en dirimir quién es más valiente y en el cual dos coches corren parejos uno junto a otro a alta velocidad y el primero en echarse a un lado y desviarse pierde, consistiría en mostrar ostensiblemente que se ha quitado el volante y arrojarlo por la ventanilla.

Con las amenazas, al igual que sucede con las promesas, la comunicación puede ser un riesgo. El secuestrador permanece incomunicado una vez ha hecho la petición de rescate, de modo que no puede ser persuadido a que deje al rehén por un rescate menor o lo deje escapar. La racionalidad es así mismo un riesgo. En este sentido, Schelling señala que «si un hombre llama a la puerta trasera de casa y dice que se matará a menos que le demos diez dólares, es más probable que consiga esa cantidad si tiene los ojos completamente enrojecidos». Los terroristas, los secuestradores, los piratas del aire y los dictadores de pequeños países tienen cierto interés en aparecer desequilibrados mentales. Una ausencia de puro interés es también una ventaja. Las bombas humanas decididas a suicidarse son prácticamente imposibles de detener.

Para *defendernos* de las amenazas, basta con hacer imposible que quien las lanza nos haga una oferta que no podamos rechazar. Una vez más, la libertad, la información y la racionalidad son otras tantas desventajas. «El conductor no conoce el código de seguridad», afirma la persona que resiste en el furgón de seguridad. Un hombre preocupado por el hecho de que lleguen a raptar a su hija, puede regalar su fortuna, marcharse de la ciudad y permanecer incomunicado, presionar en el congreso para que se apruebe una ley que criminalice el pago de rescates o romperse la mano con la que firma los cheques. Un ejército que invade un país puede quemar los puentes una vez utilizados para hacer imposible la retirada. Un rector universitario declara que no tiene influencia sobre la policía de la ciudad a los delegados de los estudiantes en asamblea que protestan, yes cierto que no quiere tener influencia

alguna. Un chantajista no puede vender sus servicios de protección si el «cliente» toma las precauciones suficientes para no estar en casa cuando vaya a visitarle.

Dado que una amenaza de precio muy alto actúa en ambos sentidos, puede conducir a un ciclo de autoincapacitación. Los manifestantes intentan parar, por ejemplo, la construcción de una central nuclear tumbándose en la vía del ferrocarril que lleva hacia el lugar donde se está edificando. El maquinista, al ser razonable, no tiene otra opción que detener el tren. La compañía ferroviaria responde diciéndole al maquinista que trabe la manivela del acelerador de modo que el tren se mueva poco a poco y luego salte del tren, y se ponga a andar a su lado. Los manifestantes se marcharán a toda prisa. Pero, en una segunda manifestación, los manifestantes se encadenarán con esposas a la vía del tren, y el maquinista no se atreverá a saltar del tren. Pero los manifestantes deberán asegurarse de que el maquinista les verá con el tiempo suficiente como para pararse. La compañía entonces asignará el tren siguiente a un maquinista que esté casi ciego^[50].



En estos ejemplos, muchos de ellos aportados por el propio Schelling, el poder paradójico proviene de una fuerza física como las esposas o una fuerza institucional como la policía. Pero lo cierto es que las pasiones fuertes hacen lo mismo. Pongamos el caso de un negociante que anuncia públicamente que no pagará más de 16.000 dólares por un coche y todo el mundo sabe que no soportaría la vergüenza de faltar a su palabra. La vergüenza ineludible es tan efectiva como el hecho de cumplir la apuesta, de modo que comprará el coche al precio que quiere. Si la madre Teresa se ofreciera a vendernos su coche, no insistiríamos en la garantía del vehículo porque, desde el punto de vista de su constitución, ella es presumiblemente incapaz de embaucarnos. El desequilibrado que en cualquier momento puede, hablando figurativamente, explotar disfruta de la misma ventaja táctica que el pirata del aire tiene al poder explotar literalmente en cualquier momento. En *El halcón maltes*, Sam Spade (interpretado por Humphrey Bogart) desafía a que Kasper Gutman (Sidney Greenstreet) le mate, sabiendo que le necesitan para recuperar el halcón. Gutman le contesta: «Es una disposición de ánimo, señor, que pide el ejercicio más delicado del juicio por ambas partes, porque como usted bien sabe, al calor de la acción los hombres tienden a olvidar dónde se hallan sus verdaderos intereses, y se dejan llevar por sus emociones exaltadas». En *El padrino*, Vito Corleone les dice a los capos de las otras familias del crimen: «Soy un hombre supersticioso, y si algún desgraciado accidente le sucediera a mi hijo, si un rayo cayera sobre mi hijo, no duden de que echaré la culpa a alguno de los que están sentados en esta mesa».

El doctor Strangelove y el padrino están de acuerdo. ¿La pasión es una máquina de destrucción total? Las personas que son consumidas por el orgullo, el amor o la rabia han perdido el control. Puede que sean irracionales y actúen contra sus

intereses, y sean ciegos a las llamadas que se les hacen. (El hombre que enloquece recuerda a una máquina de destrucción total que ha estallado). Pero mientras sea locura, en ello hay método. Precisamente estos sacrificios de la voluntad y la razón son tácticas efectivas en el sinfín de tratos, promesas y amenazas que constituyen nuestras relaciones sociales^[51].

La teoría demuestra la falsedad del modelo romántico. Las pasiones no son ningún vestigio del pasado del animal, ni fuente de creatividad, ni enemigas del intelecto. El intelecto está diseñado para renunciar al control de las pasiones, de modo que sirvan como fiadoras de sus ofertas, promesas y amenazas contra los celos y las sospechas de que son faroles, trampas o presunciones. El aparente cortafuegos interpuesto entre pasión y razón no forma ineluctablemente parte de la arquitectura del cerebro, sino que ha sido programado de forma deliberada, porque sólo si las pasiones están controladas serán fiadoras y garantes creíbles.

La teoría de la máquina de destrucción total fue propuesta de forma independiente por Schelling, Trivers, Daly y Wilson, los economistas Jack Hirshleifer y Robert Frank. La furia justificada, y su séquito de ansia de reparación o de venganza, es una fuerza disuasoria creíble si es incontrolable e irresponsable de los costes en que incurre quien disuade de este modo. Este tipo de compulsiones, aunque útiles a largo plazo, llevan a luchar de una forma desproporcionada por lo que está en juego. En 1982, Argentina se anexionó la colonia británica de las islas Falkland, un archipiélago prácticamente deshabitado sin importancia económica ni estratégica. En décadas anteriores hubiera tenido sentido que los británicos lo defendieran como una forma de disuasión inmediata para cualquier otra nación que osara ambicionar el resto de su Imperio, pero en aquella fecha ya no había imperio que defender. El economista Robert Frank señala que, teniendo en cuenta el coste que supuso la reconquista de las islas, Gran Bretaña hubiera podido dar a cada habitante de las Falkland un castillo en Escocia y una pensión vitalicia. Con todo, la mayoría de los británicos se sentían orgullosos de haber resistido al ataque de los argentinos. El mismo sentido de justicia nos lleva a presentar demandas por pequeñas cantidades, o pedir que nos devuelvan el dinero de un producto defectuoso a pesar de que las formalidades nos cuestan más en horas de trabajo perdidas de lo que valía el producto.

El deseo de venganza es una emoción especialmente aterradora. En todo el mundo, los familiares de parientes que han sido asesinados fantasean día y noche con el momento agrídulce en el que podrán vengar una vida con una vida y encontrar por fin la paz. Las emociones nos parecen primitivas y fatales porque hemos dejado en manos del Estado de derecho la posibilidad de desquitarnos. Pero lo cierto es que en muchas sociedades la única protección individual contra los ataques mortales es una irresistible sed de venganza. Dado que esta resolución es una disuasión efectiva sólo si se hace pública, suele ir acompañada por la emoción que tradicionalmente conocemos como honor: el deseo de venganza pública incluso frente a ofensas e

insultos menores. El gatillo del honor y la venganza, que se dispara al más leve toque, puede sintonizarse con el grado de amenaza presente en el entorno. El honor y la venganza son elevados a virtudes divinas en sociedades que se hallan más allá del estado de derecho, como sucedió con los pioneros del Salvaje Oeste norteamericano, en las comunidades de granjeros y ganaderos remotas, y sucede aún entre las bandas callejeras, las familias del crimen organizado y estados-nación enteros cuando se relacionan con otros (en cuyo caso la emoción pasa a llamarse «patriotismo»). Pero incluso en el interior de una sociedad estatalizada contemporánea, en la cual ésta carece ya de propósito, la emoción de la venganza no se puede cortar y parar fácilmente. Casi todas las teorías jurídicas, desde los filósofos de más noble pensamiento, reconocen que el castigo justo es una de las metas legítimas del código penal, además de otras metas secundarias como disuadir a criminales potenciales e incapacitar, disuadir y rehabilitar al criminal. Las víctimas de crímenes violentos, hace mucho tiempo ya privadas de participar con derecho a voto en el sistema legal norteamericano, han exigido en fecha reciente tener voto en las decisiones que comportan el dictamen de una sentencia, así como en los acuerdos entre fiscal y defensa que se lleven a cabo para agilizar los trámites judiciales^[52].



Tal como Strangelove explicaba, todo el poder disuasorio de la máquina de destrucción total se pierde si se mantiene en secreto. Este principio da cuenta de uno de los más persistentes enigmas de las emociones: ¿por qué dejamos que afloren y se lean en nuestro rostro?^[53]

El propio Darwin nunca sostuvo que las expresiones faciales fuesen adaptaciones seleccionadas desde un punto de vista natural. De hecho, su teoría era rotundamente lamarckiana. Los animales tienen que mudar las expresiones de sus rostros por razones prácticas: enseñan los dientes para morder, abren más los ojos para poder tener una visión panorámica y echan hacia atrás las orejas para protegerlas en una pelea. Estas medidas se convirtieron en hábitos que el animal llevaba a cabo cuando meramente anticipaba un suceso. Los hábitos pasaron luego a su descendencia. Puede que parezca extraño que Darwin no fuese darwiniano en uno de sus libros más famosos, pero recuérdese que Darwin tenía dos frentes abiertos. Por un lado, tenía que explicar las adaptaciones para satisfacer a los biólogos que seguían su teoría; pero, por otro lado, hizo de la presencia de rasgos y vestigios animales sin sentido en los seres humanos un argumento para defenderse de los creacionistas, los cuales sostenían que el diseño funcional era un signo de la obra de Dios. Si Dios en realidad hubiera diseñado a los seres humanos de la nada, se preguntaba Darwin, ¿por qué razón habría instalado rasgos que son inútiles para nosotros, pero son similares a rasgos que son útiles en los animales?

Muchos psicólogos no pueden comprender aún hoy en día por qué divulgar el propio estado emocional puede llegar a ser beneficioso. ¿Acaso no basta el proverbial olor del miedo para incitar a nuestros enemigos? Cierta psicólogo intentó reavivar en nuestros días la antigua idea de que los músculos faciales son como torniquetes que permiten recibir mayor irrigación sanguínea en las partes del cerebro que tienen que enfrentarse al desafío planteado. Además de ser improbable desde un punto de vista hidráulico, la teoría no es capaz de explicar la razón por la cual somos más expresivos cuando hay otros seres humanos a nuestro alrededor.

Pero si las emociones apasionadas son garantes de amenazas y promesas, su razón de ser es hacerlas públicas; aunque, con ello, surge un nuevo problema. Recordemos que las emociones reales crean un nicho para emociones simuladas. ¿Por qué demostrar una rabia auténtica cuando podemos *simular* la ira, disuadir a nuestros enemigos y no pagar el precio de llevar a cabo una peligrosa venganza cuando la disuasión fracasa? Mejor que los *demás* sean las máquinas de destrucción total, así uno podrá cosechar los beneficios del terror por ellos demostrado. Ciertamente es que, cuando las expresiones faciales fingidas empiezan a expulsar a las reales, las personas se descubren unas a otras los faroles que se han marcado y, de este modo, las expresiones faciales, reales o fingidas, pierden todo su valor.

Las expresiones faciales son útiles cuando son difíciles de falsear. Y ciñéndonos a los hechos, *son* difíciles de fingir. De hecho no pensamos que las auxiliares de vuelo que sonríen atentamente se sienten en realidad contentas de vernos, porque la sonrisa social se forma con una configuración diferente de músculos que una genuina sonrisa de placer. La sonrisa social la ejecutan circuitos en el córtex cerebral que están bajo el control de la voluntad; una sonrisa de placer, en cambio, es ejecutada por circuitos en el sistema límbico y otros sistemas cerebrales, y es, además, involuntaria. La ira, el miedo y la tristeza, así mismo, reclutan músculos que no pueden ser controlados de forma voluntaria, y por esta razón las expresiones genuinas son difíciles de falsear, aunque en nuestra mano está imitarlas en cierta medida. Los actores, por ejemplo, tienen que simular las expresiones faciales para ganarse la vida, pero muchos no pueden evitar tener un aspecto amanerado. Algunos actores excepcionales, como lo fue Laurence Olivier, son en realidad atletas con una muy precisa coordinación y han aprendido a controlar de forma tenaz cada uno de los músculos. Otros, en cambio, aprenden un método para actuar, inspirado por Konstantin Stanislavsky, según el cual los actores consiguen llegar a sentir una emoción evocando en la memoria o imaginando una experiencia que toman como la suya propia real, de modo que la expresión aparece en el rostro de forma refleja^[54].

La explicación resulta incompleta, porque plantea otra pregunta: ¿*por qué* nunca desarrollamos la capacidad de controlar nuestras expresiones? No podemos limitarnos a decir que la razón estriba en que todos saldrían perdiendo en el caso de que circularan las expresiones fingidas. Aunque es bastante acertada, lo cierto es que en un mundo de seres que actuaran de forma genuinamente emocionada el fingidor

prosperaría, de modo que quienes fingiesen siempre acabarían expulsando a aquella población de individuos con emociones sinceras. Por otro lado, desconozco cuál puede ser la respuesta, pero sin duda hay lugares evidentes donde buscarla. Los zoólogos se hallan preocupados por el mismo problema: ¿cómo evolucionan las señales animales sinceras —los gritos, los gestos y los avisos acerca de la salud individual y del grupo— en un mundo donde toda señal es un supuesto fingimiento? Una respuesta es que estas señales evolucionan cuando fingirlas resulta un proceso excesivamente oneroso. Pongamos un ejemplo: sólo un pavo real sano puede lucir una cola magnífica, de modo que los pavos reales sanos soportan la carga que supone una cola de mucho bulto y engorrosa, como muestra de una ostentación que sólo ellos pueden permitirse. Cuando los pavos reales más sanos se exhiben, a aquellos cuya salud no es tan buena no les queda otra elección más que imitarles, porque en caso de ocultar su estado de salud y no exhibir su espléndido plumaje, las hembras supondrán lo peor, a saber, que se hallan a las puertas de la muerte^[55].

¿Hay algo en las expresiones emocionales que de forma inherente haga costoso colocarlas bajo el control de la voluntad? La respuesta pasa por una conjetura. Al diseñar el resto del ser humano, la selección natural tenía sobradas razones, desde el punto de vista de la ingeniería, para segregar los sistemas voluntarios y cognitivos a partir de sistemas que controlan la gestión interna y las funciones vegetativas, como la regulación del ritmo cardiovascular, la respiración, la circulación sanguínea, la sudoración, las lágrimas y la salivación. Ninguna creencia consciente humana está relacionada con la frecuencia a la que debe latir el corazón, de modo que no valdría la pena controlarlo. Ya que, además, sería muy peligroso, dado que podríamos olvidarnos de hacerle bombear sangre si nos distrayésemos o bien podría ser que pusiéramos a prueba nuestras propias ideas casquivanas acerca de cuál sería el mejor ritmo cardíaco.

Ahora bien, supongamos que la selección esposó cada emoción a un circuito de control fisiológico y que la actividad del circuito fuera visible para un observador como ruborización, candor, palidez, sudoración, temblores, voz trémula, roncosidad, llanto y los reflejos faciales de los que ya trató Darwin. Un observador tendría buenas razones para creer que la emoción es sincera, cuando una persona no pudiera fingirla a menos que tuviera un control voluntario sobre su corazón y el resto de órganos. Tal como en la película *¿Teléfono rojo?: Volamos hacia Moscú* los soviéticos habrían querido mostrar la existencia de la máquina de destrucción total para demostrar que era automática e irreversible y que el hecho de describirla no era un mero farol, los seres humanos podrían tener cierto empeño en mostrar a cualquier otra persona que una emoción tiene a su cuerpo como rehén y que sus palabras de enojo y amenaza no son ningún farol. De ser así, se explicaría la razón por la cual las emociones se hallan tan íntimamente vinculadas al cuerpo, un hecho que dejó perplejo a William James y a todo un siglo de psicólogos tras él.

Esposar las emociones a aquellos circuitos de control fisiológico puede que fuera fácil para la selección natural, dado que las principales emociones humanas parecen haberse desarrollado a partir de precursores evolutivos (la ira a partir de la lucha, el temor a partir de la huida, y así sucesivamente), cada uno de los cuales involucraba a una serie de respuestas fisiológicas involuntarias. (Además, tal podría ser el poso de verdad que hay en las teorías tanto romántica como del cerebro trino: las emociones contemporáneas puede que *exploten* el carácter involuntario de reflejos más antiguos, aun cuando no se hereden por defecto). Una vez que las distintas esposas fueron colocadas para los expresadores sinceros de emociones, cualquier otro individuo no podría escoger más que ponérselas a su vez, del mismo modo que los pavos reales enfermos están obligados a exhibir sus colas. Una crónica cara de póquer sugeriría lo peor, a saber, que las emociones que una persona declara de palabra y obra son fingidas.

Esta teoría no está probada, pero lo cierto es que nadie puede negar ya el fenómeno. Los seres humanos vigilan las emociones fingidas y depositan su mayor fe en involuntarias revelaciones fisiológicas. A este fenómeno subyace una ironía propia de la edad de las telecomunicaciones. Los servicios de llamada a larga distancia, los correos electrónicos, los faxes y las videoconferencias llegarán a lograr que los negocios a través de reuniones cara a cara queden obsoletos. Pero lo cierto es que las reuniones son aún los principales gastos de las empresas, y sostienen en pie sectores industriales enteros como son la hostelería, las líneas aéreas y el alquiler de coches. ¿Por qué insistimos en hacer los negocios personalmente? Sencillamente, porque no confiamos en nadie hasta saber qué le hace sudar^[56].

Locos por el amor

¿Por qué razón el amor romántico nos embruja, nos pone nerviosos o nos deja desconcertados? ¿Podría ser otra táctica paradójica como esposarse a las vías del tren? Resulta bastante posible. Ofrecerse a pasar el resto de la vida con una persona y criar a los hijos, es la promesa más importante que se puede llegar a hacer, y una promesa es más creíble cuando quien la hace no puede decir diego donde dijo digo. Sobre este punto precisamente es donde el economista Richard Frank ha llevado a cabo su ingeniería inversa del amor *fou*^[57].

Tanto los científicos sociales, exentos de todo sentimentalismo, como los veteranos de la soltería, coinciden en determinar que se trata de un mercado. Los individuos difieren en su valor como potenciales parejas para el matrimonio. Casi todo el mundo está de acuerdo en que el hombre o la mujer apropiados deben ser bien parecidos, listos, amables, estables, divertidos y ricos. Hombres y mujeres buscan la persona más deseable que les acepte, y ésta es la razón por la cual la mayoría de

parejas se casan con una novia o un novio de un atractivo aproximadamente equivalente. La búsqueda de pareja, sin embargo, es sólo una parte de la psicología del amor; explica la estadística de la elección de pareja, pero en cambio no la elección final^[58].

En algún lugar de este mundo, donde viven más de cinco mil millones de personas, existe la persona de mejor aspecto físico, más rica, más lista, más divertida y más amable que nos conviene a cada uno de nosotros. Pero el ideal de cada uno es como una aguja en un pajar y uno puede morir soltero si insiste en esperar a que él o ella se presenten. Permanecer soltero comporta ciertos costes, como la soledad, el no tener hijos y jugar a los contactos con todas sus peligrosas y a veces incómodas citas para tomar una copa y cenar (y, a veces, las menos, desayunar). En algún momento vale la pena establecer un hogar con la mejor persona que hasta entonces se ha logrado encontrar.

Con todo, un cálculo racional de este tipo deja a la pareja en una situación vulnerable. Las leyes de la probabilidad dicen que algún día uno encontrará una persona más deseable, y si siempre se busca lo mejor para uno, llegará también el día en que se acabe dejando a la pareja actual. Pero lo cierto es que la pareja ha invertido dinero, tiempo, recursos y esfuerzo en la educación de los hijos y dejado pasar oportunidades para mantener la relación. Si la pareja actual era la persona más deseable del mundo, nada debe preocuparla, pues la persona con la que vive no tendrá motivo para desertar de la relación. Pero si eso faltara, sería una locura que la pareja siguiera comprometida en la relación.

Frank compara el mercado matrimonial con el mercado de alquileres. El propietario de la finca desea alquilar al mejor de los arrendatarios, pero acaba decidiéndose por el mejor que puede encontrar, y los inquilinos quieren el mejor de los apartamentos, pero se deciden por el mejor que pueden encontrar. Una y otra parte invierten en el apartamento (el propietario puede pintarlo del color elegido por el inquilino; el arrendatario puede hacer mejoras duraderas), de modo que uno y otro saldrían perjudicados si de repente se pusiera fin al contrato de alquiler. Si el inquilino se marcha a un piso mejor, el propietario tendrá que costear los gastos de un apartamento vacío y brisear un nuevo arrendatario; además, tendría que cobrar un alquiler más elevado para cubrir ese riesgo y debería estar dispuesto a volver a pintarlo. Si el propietario desahuciara, por otro lado, al inquilino para colocar en el piso a otro mejor, el primer inquilino tendría que buscar un nuevo hogar; querría pagar sólo un alquiler bajo y no se preocuparía de mantener en buen estado el apartamento, dado que estaría expuesto al riesgo de que un buen día el propietario le desahuciara. En caso de que el mejor inquilino arrendara el mejor apartamento, las preocupaciones serían discutibles, pues ni una parte ni la otra querrían rescindir el contrato. Pero dado que ambas partes tienen que establecer un compromiso, ambos se protegen firmando un contrato de arrendamiento que resulte gravoso de romper. Al consentir en limitar la libertad que tiene de desahuciar al inquilino, el propietario

puede cobrar un alquiler más alto. Al firmar el contrato que limita su libertad de marcharse, el arrendatario puede exigir un alquiler más bajo. La falta de opciones funciona en beneficio de cada una de las partes.

Las leyes del matrimonio funcionan un poco como un contrato de arrendamiento, pero nuestros antepasados tuvieron que descubrir cierto modo de obligarse a seguir las leyes antes de que las leyes existieran. ¿Cómo podemos estar seguros de que una presunta pareja no dejará la relación en el momento en que sea razonable hacerlo, pongamos por caso, cuando diez de cada diez lo hacen? Una respuesta consiste en no aceptar, de entrada, a una persona que nos quiera por motivos racionales; es decir, buscar una pareja que se comprometa a estar con uno porque uno es quien es. ¿Qué la compromete a hacerlo? Una emoción, es decir, una emoción que la persona no haya decidido tener y, por tanto, no pueda decidir dejar de tener. Una emoción que no esté desencadenada por el conjunto de valores que tenemos asociados con la pareja que buscamos, y por tanto que no pueda ser alienada por alguien que tenga un perfil más alto en conformidad con aquellos valores que definen la pareja ideal. Una emoción que pueda garantizarse que no es fingida, porque tiene costes fisiológicos como la taquicardia, el insomnio y la anorexia. En definitiva, una emoción semejante al amor romántico.

Douglas Yates escribió en cierta ocasión: «Las personas que más sensibles son al amor, son las más incapaces de vivirlo». Aun cuando sean cortejadas por el pretendiente perfecto, las personas son incapaces de querer enamorarse, a menudo para mayor asombro del casamentero, el pretendiente y la propia persona. Pero hay una mirada, una sonrisa, un ademán que roba el corazón. En el **capítulo 2** expusimos el caso de las esposas de hermanos gemelos que no se sienten atraídas por el otro; ahora cabría especificar que en realidad nos enamoramos del individuo, no de las cualidades del individuo. La situación inversa se produce cuando Cupido acierta con sus flechas, pues entonces el enamorado se hace más creíble a los ojos del objeto del deseo. Los rumores de que la persona que nos ama tiene un parecido, un poder adquisitivo y un coeficiente de inteligencia que no pasa de los niveles mínimos matarían probablemente la disposición romántica, aunque el enunciado es, desde un punto de vista estadístico, cierto. El modo de llegar al corazón de una persona consiste en declarar justo lo contrario: que la amamos porque no podemos evitarlo. A pesar de la opinión que el Music Resource Centre para padres tiene de Tipper Core, el socarrón rockero, con todos los piercings de su cuerpo y las genialidades de su guitarra, no canta a las drogas, al sexo o a Satanás, canta al amor. Corteja a una mujer llamando la atención acerca de la irracionalidad, los costes fisiológicos y lo incontrolable de su deseo. Te quiero tanto, que me estoy volviendo loco, no puedo comer, no puedo dormir, el corazón late como un gran tambor. Eres la única, no sé por qué te quiero así, me vuelves loco, no puedo dejar de quererte, nadie lo hace como tú, me gusta cómo andas, me gusta cómo hablas, etcétera, etcétera.

Ciertamente, podemos imaginarnos a una mujer que no caiga redonda a sus pies por declaraciones como éstas (o a un hombre, si es una mujer quien se declara de este modo), ya que activan una luz de alarma en el ser cortejado, la compra inteligente. Groucho Marx decía que no pertenecería nunca a un club que le tuviera a él como miembro. En general, los seres humanos no queremos a una persona pretendiente que nos quiera tanto y tan pronto, porque demuestra que el pretendiente está desesperado (de modo que posiblemente espere a alguien mejor) y porque demuestra que el ardor del pretendiente se activa demasiado pronto (de ahí que sea demasiado fácilmente activable por alguna otra persona). La contradicción del cortejo —hacer gala del propio deseo mientras se juega a que es difícil de conseguir— resulta de las dos partes que integran el amor romántico: establecer un criterio mínimo para los candidatos en el mercado de parejas y comprometerse caprichosamente en cuerpo y alma con uno solo de ellos.

La sociedad de los sentimientos

La vida mental a veces parece que encierre en su interior todo un parlamento. Pensamientos y sentimientos se disputan el control como si cada uno de ellos fuera un agente con estrategias para apoderarse del conjunto de la persona que somos. ¿Puede que nuestros agentes mentales utilicen tácticas paradójicas —esposas, máquinas de destrucción total, contratos blindados con terceras partes— unos con otros? Esta analogía resulta imperfecta, ya que si bien la selección natural diseña a los seres humanos para competir, no diseña, en cambio, a los órganos, entre ellos los agentes mentales, para que compitan; los intereses de la persona como un todo son supremos. Pero la persona en su conjunto tiene muchas metas, como comer, tener relaciones sexuales y gozar de seguridad, y la existencia de esta pluralidad requiere que exista una división del trabajo entre los agentes con prioridades y tipos de pericia diferentes. Los agentes están vinculados por medio de una entente que beneficia al conjunto de personas a lo largo de su vida, aunque a corto plazo puede que los agentes se engañen unos a otros sirviéndose de tácticas dudosas.

El autocontrol es sin duda alguna una batalla táctica entre partes de la mente. Schelling observa en este sentido que las tácticas que utilizarnos para controlarnos son intercambiables con las tácticas que usamos para controlar a los demás. ¿Cómo haremos para evitar que nuestro hijo se rasque el sarpullido mientras duerme? Colocándole unos guantes en las manos. Si Ulises no hubiese sellado los oídos de sus compañeros, ellos lo hubieran hecho por sí mismos. El yo que quiere un cuerpo esbelto embauca al yo que quiere comer postre echando los pastelitos de chocolate y nueces por la boca en el momento oportuno en que aquél tiene el control^[59].

Por tanto, parece que utilizamos tácticas paradójicas contra nosotros mismos. El agente que tiene el control en un momento dado hace un sacrificio voluntario pero irreversible de su libertad de elección en favor del cuerpo en su conjunto, y a largo plazo se sale con la suya. Éste es el punto brillante en toda esta deprimente discusión acerca de genes egoístas y máquinas de destrucción total. La vida social no siempre es el equivalente de una guerra termonuclear global, porque la parte que tiene una visión a más largo plazo del futuro, cuando controla el cuerpo, sacrifica de forma voluntaria la libertad de elección del cuerpo en otros momentos. Firmamos contratos, nos sometemos a ordenamientos jurídicos y vinculamos nuestra reputación a declaraciones públicas de lealtad a los amigos y los compañeros. No se trata de tácticas para derrotar a alguien distinto, sino de tácticas para derrotar a aquellas partes más oscuras de nosotros mismos.

Permítame el lector ahondar mediante una especulación más en la batalla que se libra en el interior de la cabeza. Nadie sabe para qué sirven, si es que sirven para algo, el dolor y la pena. Sin duda, perder a un ser amado no es algo grato, pero ¿por qué debe ser devastador? ¿Por qué razón este debilitador dolor nos hace dejar de comer y dormir, de ser inmunes a la enfermedad y de seguir adelante con la vida? Jane Goodall describía a un joven chimpancé llamado Flint, que después de la muerte de su amada madre cayó en una depresión tan profunda que murió como si se le hubiera partido el corazón.

Hay quien no ha dudado en sugerir que el dolor es un interludio inevitable que lleva al resentimiento. La vida nunca será de nuevo lo que era antes, de modo que uno debe tomarse tiempo para planear cómo enfrentarse a un mundo que de repente ha cambiado de pies a cabeza. Tal vez el dolor también nos concede tiempo para contemplar cómo un lapsus en el que hemos incurrido puede haber permitido la muerte y cómo debemos ser más cuidadosos en un futuro. En esta idea puede que haya algo de verdad. Las personas que han sufrido la pérdida de un ser querido declaran que vuelven a experimentar todo el dolor cada vez que descubren otro hábito que deben desaprender, como cuando sacan y ponen la mesa con un plato de más o hacen la compra para dos personas. Y un síntoma común a todos ellos es el de culpabilizarse. Con todo, lo cierto es que el dolor que causa pena, hace que la planificación sea una tarea más difícil y no más fácil; además, el dolor es demasiado extremo y duradero como para que resulte útil como un tiempo para desarrollar una estrategia.

William James escribió: «Es propio de una mente viciada por el saber, llevar a cabo el proceso consistente en hacer que lo natural parezca extraño hasta el punto de preguntarse “el porqué” de cualquier acto instintivo humano». Si bien es legítima en el caso de un científico, la pregunta «¿porqué nos afligimos?» es ridícula para el sentido común. De inmediato se nos dice: si cuando alguien muere no sientes dolor, ¿puedes realmente haberlo amado mientras vivía? Aunque es lógicamente posible, parece imposible desde un punto de vista psicológico; la aflicción, el dolor es la otra

cara del amor. Y tal vez en eso mismo resida la respuesta. Tal vez la aflicción es una máquina de destrucción total interna, aunque puede que estalle, resulta útil sólo como disuasión. ¿Qué padres no han permanecido en vela contemplando el horror de perder un hijo? ¿O qué padres no se han atormentado con imágenes espantosas cuando un hijo tarda en llegar o se ha perdido? Estos pensamientos son poderosos recordatorios que protegen y miman a la persona amada respecto a la miríada de otras exigencias del tiempo y los pensamientos propios. Al igual que todas las disuasiones, la pena sólo resultará efectiva si es cierta y terrible^[60].

La mala fe

El dramaturgo Jerome K. Jerome afirmó en cierta ocasión: «Siempre es mejor política decir la verdad, a menos, claro está, que uno sea un mentiroso excepcionalmente hábil». Resulta difícil ser un buen mentiroso, aun cuando se trate de las propias intenciones, que sólo uno mismo sabe hasta qué extremo son ciertas. Las intenciones provienen de las emociones, y las emociones han conseguido reflejarse en el rostro y el cuerpo. A menos que uno domine a la perfección el método de Stanislavsky lo más seguro es que resulte problemático fingirlas; de hecho, probablemente se desarrollaron *porque* eran difíciles de fingir. Peor aún, mentir es una actividad que genera fatiga mental, y la angustia tiene sus propias señales indicadoras. Estas son las razones por las que existen los polígrafos, los llamados detectores de mentiras, y por las que los seres humanos han evolucionado y se han desarrollado para ser también detectores de mentiras. Además, está también el hecho ingrato de que algunas proposiciones desde un punto de vista lógico comportan la existencia de otras. Dado que *algo* de lo que uno dice será verdad, siempre se corre el peligro de dejar al descubierto cuáles son las propias mentiras. Tal como lo expresa un dicho yiddish, a un mentiroso no le queda más remedio que tener buena memoria.

Trivers, llevando su teoría de las emociones a su conclusión lógica, señala que en un mundo habitado por detectores de mentiras vivientes, la mejor estrategia es creerse las propias mentiras. Uno no puede fugarse de sus intenciones ocultas si no piensa que son las suyas propias. En conformidad a su teoría del autoengaño, cuanto mejor oculta la verdad respecto de sí mismo, mejor la oculta a los demás. Pero la verdad es útil, por tanto debe quedar consignada en algún lugar de la mente, separada mediante un muro de las otras partes de la mente que interactúan con los demás. Existe una evidente semejanza con la teoría del inconsciente y los mecanismos de defensa del yo —como la represión, la proyección, la renuncia y la racionalización— sostenida por Freud, aunque la explicación es completamente distinta^[61]. George Orwell afirmó en su obra *1984* que «el secreto del gobernante consiste en combinar una creencia en la propia infalibilidad con la facultad de aprender de errores pasados».

El neurocientífico Michael Gazzaniga ha demostrado que el cerebro teje alegremente falsas explicaciones acerca de sus motivos. En el caso de los pacientes con cerebros divididos, los hemisferios cerebrales les han sido separados como tratamiento contra la epilepsia. La circuitería del lenguaje se halla en el hemisferio izquierdo, y la parte izquierda del campo visual queda registrada en el hemisferio derecho aislado, de modo que la parte de la persona de cerebro escindido en dos que puede habíales inconsciente de la parte izquierda de su mundo. El hemisferio derecho permanece aún activo; sin embargo, cumple órdenes sencillas presentadas en el campo visual izquierdo, como, por ejemplo, «caminar» o «reír». Cuando al paciente (en realidad, el hemisferio izquierdo del paciente) se le pregunta por qué caminaba (que nosotros sabemos que era una orden presentada al hemisferio derecho), con ingenuidad responde: «Para tomar un refresco». Cuando se le pregunta por qué reía, afirma: «Hombre, vienen cada mes a hacernos pruebas. Qué vida se pegan»^[62].

No es por pura coincidencia que en nuestro modo de charlar nos presentemos siempre con el mejor perfil. Literalmente son centenares los experimentos que así lo afirman en el ámbito de la psicología social. El humorista Garrison Keillor describe una comunidad imaginaria en el lago Wobegon, «en la cual las mujeres son fuertes, los hombres bien parecidos y todos los niños se hallan por encima de la media». En realidad, la mayoría afirma que está por encima de la media en cualquiera de los perfiles que se les propongan: dotes de mando, sofisticación, destreza atlética, capacidad directiva e incluso en sus habilidades como conductores. Racionalizan la ostentación buscando un *aspecto* de la característica en la que pueden ser de hecho buenos. Los conductores lentos dicen que son más seguros que la media; los que conducen rápido, que están por encima de la media en reflejos^[63].

Dicho de un modo más general, nos engañamos acerca de lo benevolentes y efectivos que somos, una combinación que los psicólogos sociales denominan benefactancia. Cuando los sujetos juegan a pasatiempos que están amañados por el experimentador, atribuyen sus éxitos a su propia capacidad, y sus fracasos al azar de la jugada. Cuando son embaucados en un experimento simulado para que piensen que son ellos quienes han dado la descarga eléctrica a otro sujeto, menoscaban a la víctima, dando a entender que se merecía el castigo. Todo el mundo ha oído hablar de «reducir la disonancia cognitiva», en la cual los sujetos inventan una nueva opinión para resolver una contradicción que tienen planteada en su mente. Por ejemplo, una persona recordará como agradable una tarea aburrida si acordó en recomendarla a otros por una paga insignificante. (Si la persona ha sido seducida a recomendarla por una paga generosa, recuerda de forma precisa que la tarea era aburrida). Tal como en su origen la concibió el psicólogo León Festinger, la disonancia cognitiva es un sentimiento no del todo placentero que surge de una inconsistencia en las propias creencias. Pero esto no es cierto, no hay contradicción alguna entre la proposición «Esta tarea es aburrida» y la proposición: «Me han presionado para que mienta y diga que esta tarea es divertida». Otro psicólogo social, Eliot Aronson, concretó diciendo

que las personas manipulan sus creencias sólo para eliminar una contradicción con la proposición: «Soy estupendo y tengo el control». La disonancia cognitiva siempre es desencadenada por una evidencia innegable de que uno no es tan caritativo y efectivo como le gustaría que la gente pensara. El deseo de reducir esta disonancia es el deseo de contarnos la propia historia egoísta con franqueza^[64].

A veces vislumbramos nuestro propio autoengaño. ¿Cuándo una observación negativa duele, cala hondo, toca la fibra? Siempre que alguna parte de nosotros sabe que es verdad. Si cada parte supiera que es verdad, la observación no dejaría ese resquemor: sería cosa sabida. Si ninguna parte pensara que fuese verdad, la observación caería rodando; podríamos rechazarla como falsa. Trivers cuenta una experiencia que parece muy familiar (al menos a mí así me lo parece). Uno de sus artículos atrajo una crítica, en la que se le acusaba a la vez de incurrir en un círculo vicioso y carecer de principios en los que sustentar su afirmación, una crítica en fin llena de insinuaciones y calumnias. Al releer el artículo años más tarde, Trivers se sorprendió de encontrar que el fraseo con que se expresaba la crítica era más amable, que las dudas eran más razonables, la actitud menos sesgada de lo que él recordaba. Muchos otros escritores han hecho descubrimientos similares y constituyen casi la definición que podríamos dar de «sabiduría».

Si hubiese un verbo que significara la acción «creer equivocadamente», no tendría primera persona significativa en el presente de indicativo.

Ludwig Wittgenstem

Hay un modo de averiguar si un hombre es sincero: preguntárselo; si responde que sí, sabrás que es deshonesto.

Mark Twain

La opinión que nuestros enemigos tienen de nosotros, se acerca más a la verdad que la nuestra propia.

François La Rochefoucauld

¡Oh qué talentosos no seríamos si vernos pudiéramos como los otros nos ven!

Robert Burns



Nadie puede examinar las emociones sin ver en ellas la fuente de gran parte de la tragedia humana. No por ello debemos echar la culpa a los animales, pues está bastante claro cómo la selección natural dispuso la ingeniería de nuestros instintos para que convinieran a nuestras necesidades. Tampoco debemos culpar a nuestros genes, pues nos dotan con motivos egoístas, pero es igual de seguro que nos dotan con la capacidad de amar y con cierto sentido de la justicia. Aquello que debemos apreciar y temer son los propósitos artificiosos de las propias emociones. Muchas de sus especulaciones nos invitan a la alegría y la comprensión, baste con pensar en la

rutina de la felicidad, el canto de las sirenas, las emociones fingidas, las máquinas de destrucción total, el capricho del enamoramiento, el castigo inútil que supone la pena. Con todo, tal vez el engañarse a uno mismo sea el motivo más cruel de todos, ya que nos hace sentir que estamos en lo cierto cuando estamos equivocados y nos envalentona a luchar cuando debiéramos rendirnos. Trivers escribe:

Consideremos una discusión entre dos personas muy unidas, como, por ejemplo, un marido y su esposa. Cada una de las partes cree de sí misma que es altruista —desde hace mucho, relativamente pura en cuanto a su motivación y muy maltratada—, mientras que la otra es caracterizada por medio de un modelo de egoísmo esparcido sobre centenares de incidentes. Sólo disienten sobre quién es altruista y quién egoísta. Vale la pena señalar que la discusión puede parecer que sea un brote espontáneo, sin poca o ninguna anticipación; con todo, cuando la disputa se desarrolla, dos paisajes completos de procesamiento de información parecen estar ya organizados, precisando para mostrarse sólo que se active la ira^[65].

En los dibujos animados y en las películas, los malos son degenerados de largos bigotes, que se ríen de su maldad. En la vida real, los malos están convencidos de su rectitud. Muchos biógrafos de hombres malos empiezan suponiendo que sus sujetos son cínicos oportunistas y descubren a regañadientes que son ideólogos y moralistas. Si Hitler fue un actor, concluía uno de estos biógrafos, era un actor que se creyó el personaje^[66].

Sin embargo, gracias a la complejidad de nuestras mentes, no necesitamos ser «primos» perpetuos de nuestros propios embustes. La mente consta de muchas partes, algunas diseñadas para la virtud, algunas para la razón, algunas lo bastante inteligentes para burlar a las que no lo están ni para la una ni para la otra. Un yo puede engañar a otro, pero de vez en cuando hay un tercer yo que ve la verdad.

VALORES DE LA FAMILIA

¡Venga, gente, sonreíd a vuestro hermano! Que todo el mundo se reúna, que todos se amen unos a otros ahora mismo. Éste es el inicio de la Era de Acuario: la armonía y la comprensión, la simpatía y la fe sin restricciones; basta ya de falsedades o de mofas, es el momento de los sueños dorados acariciados en visiones vivas, de revelaciones místicas cristalinas y de la auténtica liberación de la mente. Imaginémonos sin posesiones, me gustaría saber si el lector puede hacerlo. Imagino que no hay posesiones, me pregunto si puedes hacerlo. No hay necesidad de avaricia ni hambre, sino una fraternidad de los hombres. Imagina que todos compartimos el mundo. Tal vez me creas un soñador, pero no soy el único. Espero que algún día te unirás a nosotros y el mundo será uno.

Por increíble que pueda parecer, muchos de nosotros solemos creer en este dulce elixir. Una de las principales ideas durante las décadas de 1960 y 1970 era que la desconfianza, el recelo, los celos, la envidia, la competitividad, la avaricia y la manipulación eran instituciones sociales que debían ser reformadas. Había quien pensaba que se trataba de males innecesarios, como lo fue la esclavitud o la prohibición de que las mujeres ejercieran su derecho al voto. Otros pensaban que eran tradiciones de miras estrechas cuya insuficiencia había pasado desapercibida, como inadvertido había pasado el genio que había ideado que los puentes de peaje podían cobrar un dólar al tráfico que circulaba en un sentido en lugar de cincuenta centavos al tráfico que circulaba en ambos sentidos.

Estos sentimientos no provienen sólo de los músicos de rock, sino de los distinguidos críticos sociales norteamericanos. En su libro *The Greening of America*, Charles Reich, catedrático de Derecho de la Universidad de Yale, anunció una revolución no violenta que llevaría a cabo la generación en edad universitaria, y afirmaba que la juventud de Estados Unidos había desarrollado una nueva conciencia, era menos culpable y estaba menos angustiada, era acrítica, no competitiva, no materialista, afectuosa, no agresiva, comunitarista y no se preocupaba por la carrera profesional y el estatus social. La nueva conciencia, que surgía como surgen las flores entre los adoquines, se expresaba en su música, en las comunas, recorriendo el país en autostop, en las drogas, mirando a la luna, haciendo el signo de la paz e, incluso, en la forma de vestir. Los pantalones acampanados, decía Reich, «dan a los tobillos una libertad especial como si invitaran a bailar en plena calle». La nueva conciencia prometió «una razón superior, una comunidad más humana y un individuo nuevo y liberado. Su última creación sería —afirmaba Reich— de una plenitud y belleza

nuevas y duraderas, una relación renovada del hombre consigo mismo, con los otros hombres, con la sociedad, la naturaleza y la tierra».

El libro vendió millones de ejemplares en pocos meses. Se publicó por entregas en el *New Yorker* y se habló de él en docenas de artículos en el *New York Times* y en un conjunto de ensayos firmados por los principales intelectuales del momento. John Kenneth Galbraith hizo una reseña positiva de la obra (aunque el título «Who's minding the store» dejó traslucir una advertencia acerca de quién «estaba a cargo del almacén»). El libro ha vuelto a ser publicado recientemente con motivo del cuarto de siglo de su primera edición.

Reich escribió el libro en los comedores de Yale, y allí llevó a cabo sus conversaciones con los estudiantes. Estos estudiantes, ciertamente, se contaban entre los individuos más privilegiados de la historia de la humanidad: mamá y papá eran quienes se hacían cargo de sus facturas; todos sus compañeros y profesores provenían de las clases altas, y las credenciales de la Ivy League estaban a punto de lanzarlos a la economía en ciclo de expansión de la década de 1960: así que era fácil creer que todo cuanto uno necesita es amor. Tras la licenciatura, la generación de Reich se convirtió en la de los jóvenes profesionales urbanos de las décadas de 1980 y 1990 que vestían ropas de marca, conducían lujosos coches, eran propietarios de segundas residencias y estaban entregados a criar a sus hijos con todo el sibaritismo del que eran capaces. La armonía universal fue un estilo tan efímero como los pantalones acampanados, un símbolo de prestigio social que les distanciaba de los palurdos, los pueblerinos y los estudiantes universitarios menos *à la page*. Tomando prestada la pregunta a un músico de rock de fines de los años sesenta, cabría preguntarse si «¿acaso no fue un millonario quien dijo “imagina que no hay posesiones”?»^[1].

La Nación de Woodstock no fue el primer sueño utópico que se hizo añicos. Las comunas del amor libre en los Estados Unidos del siglo XIX se malograron por la aparición de los celos sexuales y el resentimiento de ambos sexos en relación al hábito que sus líderes tenían de acumular jóvenes amantes^[2]. Las utopías socialistas del siglo XX se convirtieron en imperios represivos bajo la dirección de hombres que acumulaban Cadillacs y concubinas. En antropología, una isla paradisíaca de los mares del Sur tras otra resultó ser repulsiva y brutal; Margaret Mead afirmaba que la práctica indiferente del sexo hacía que los samoanos estuvieran satisfechos y no padecieran la lacra del crimen; luego se acabó demostrando que los jóvenes se aleccionaban unos a otros en la técnica de la violación. Mead calificó a los arapesh como un pueblo «bondadoso»; luego se demostró que eran cazadores de cabezas. Mead dijo que los tshambuli invertían sus papeles sexuales, los hombres se peinaban haciéndose rizos y se maquillaban; en realidad, los hombres pegaban a sus esposas, exterminaban a las tribus vecinas y consideraban el homicidio un hito crucial en la vida de todo joven varón, que le permitía llevar aquella cara pintada que Mead había considerado tan femenina.

En la obra *Human Universals*, el antropólogo Donald Brown reunió los rasgos que, en la medida que conocemos, se hallan presentes en todas las culturas humanas. Entre ellos incluía el prestigio y el estatus social, la desigualdad del poder y la riqueza, la propiedad, la herencia, la reciprocidad, el castigo, la moderación sexual, las regulaciones sexuales, la celotipia sexual, una preferencia masculina por las mujeres jóvenes como compañeras sexuales, una división del trabajo en función del género (en la cual el cuidado de los hijos correspondía en mayor medida a las mujeres y, en cambio, a los hombres, un mayor dominio político en lo público), la hostilidad hacia otros grupos, y conflicto en el interior del grupo, incluyendo la violencia, la violación y el asesinato^[3]. La lista no debiera sorprender a nadie que esté familiarizado con la historia, los sucesos del mundo actual o la literatura. Hay una pequeña serie de tramas en el mundo de la novela y la producción teatral, que el especialista Georges Polti afirma haber enumerado exhaustivamente. Más del ochenta por ciento de ellas, están definidas por adversarios (a menudo asesinos), por tragedias de parentesco o de amor, o ambas cosas^[4]. En el mundo real, nuestras historias biográficas son en gran medida relatos de conflictos: daños, culpas y rivalidades infligidas por padres, hermanos, hijos, esposas, amantes, amigos y competidores.

En este capítulo trataremos de las relaciones sociales. A pesar de la Era de Acuario eso significa que trataremos ampliamente de los motivos innatos que nos hacen entrar en conflicto unos con otros. Dado que nuestros cerebros fueron modelados por selección natural, difícilmente podría ser de otro modo. La selección natural está dirigida por la competición entre genes para estar representados en la generación siguiente. La reproducción conduce a un incremento geométrico de descendientes y, en un planeta finito, no todos los organismos vivos en una generación tienen descendientes en varias generaciones posteriores. Por tanto los organismos se reproducen, hasta cierto punto, a expensas de otros. Si un organismo se come un pez, este pez ya no puede ser comido por otro organismo. Si un organismo se empareja con otro, niega una oportunidad de paternidad a un tercero. Todo ser vivo en el presente descende de millones de generaciones de antepasados que vivieron bajo estas restricciones pero, sin embargo, se reprodujeron. Este hecho significa que todos los seres humanos actuales deben su existencia al hecho de haber tenido a ganadores como antepasados y todos y cada uno de ellos en el presente están diseñados, al menos en ciertas circunstancias, para competir^[5].

Pero *no* significa que los seres humanos (o cualquier otro animal) albergue una perentoriedad agresiva que deba ser descargada, un deseo inconsciente de muerte, un impulso sexual rapiñero, un imperativo territorial, una sed de sangre, o los otros despiadados e implacables instintos que a menudo han sido equiparados e igualados con el nombre de darwinismo. En la película *El padrino*, Sollozzo le dice a Tom Hagen: «No me gusta la violencia, Tom. Soy un ejecutivo. La sangre es muy cara». Incluso en la competición más encarnizada, un organismo inteligente tiene que ser un estratega, capaz de evaluar si sirve mejor a sus metas por medio de la retirada, la

conciliación o viviendo y dejando vivir. Tal como expuse en el **capítulo 5**, son los genes y no el organismo quienes tienen que competir o morir; a veces la mejor estrategia de los genes es diseñar organismos que cooperen, y ciertamente, incluso sonreír a su hermano y amarse unos a otros. La selección natural no prohíbe la cooperación y la generosidad; simplemente las convierte en problemas de ingeniería difíciles, como la visión estereoscópica. La dificultad de construir un organismo capaz de ver estereoscópicamente no ha evitado que la selección natural instale la visión estereoscópica en los seres humanos, pero nunca llegaríamos a comprender la visión estereoscópica si pensáramos que iba incluida en el mismo paquete que el hecho de tener dos ojos y no consiguiéramos buscar los programas neurales sofisticados que la llevan a cabo. De forma similar, la dificultad de construir un organismo que coopere y sea generoso, no ha impedido a la selección natural instalar la cooperación y la generosidad en los seres humanos, pero nunca llegaremos a comprender estas capacidades si pensamos que van incluidas en el mismo lote que vivir en grupo. Los ordenadores incorporados de los organismos sociales, en particular de los seres humanos, pueden operar con programas sofisticados que evalúan las oportunidades y los riesgos a mano y deciden competir o cooperar según aquellas evaluaciones.

Así mismo, el conflicto de intereses entre los miembros de una especie no reclama un programa político conservador, tal como periodistas y científicos sociales temen a menudo. Algunos se preocupan de que si nuestros motivos nos hacen entrar en conflicto con otros, la explotación y la violencia serían algo, desde el punto de vista moral, correcto; dado que son deplorables, mejor sería que el conflicto no formase parte de nuestra naturaleza. El razonamiento, ciertamente, es falaz: nada nos dice que la naturaleza tenga que ser buena y aquello que las personas quieren hacer no sea necesariamente lo que deben hacer. Otros se preocupan del hecho de que si los motivos conflictivos son inevitables, sería inútil intentar reducir la violencia y la explotación; nuestra actual configuración social sería la mejor que cabría esperar. Pero esto también es falaz. Entre las sociedades occidentales de hoy en día, por ejemplo, el porcentaje de homicidios varía desde el 0,5 por millón de habitantes que tenía Islandia en la primera mitad del siglo xx y el diez actual que tienen la mayoría de los países europeos hasta el veinticinco que tiene Canadá y el cien que tienen Estados Unidos y Brasil. Hay espacio más que suficiente para medidas prácticas que reduzcan el porcentaje de asesinatos antes de que nos enfrentemos con la pregunta académica de si puede llegar a reducirse a cero. Además, hay modos de reducir el conflicto distintos al sueño de un futuro dorado en el que impere el amor indiscriminado. Las gentes de todas las sociedades no sólo cometen violencia, sino que la deploran. Y en todas partes se toman medidas para reducir el conflicto violento, sea a través de condenas, correccionales, censura, mediación, alejamiento y la ley^[6].

Espero que esta discusión le será conocida al lector, de modo que pasará directamente a abordar el contenido de este capítulo. Me propongo no tanto convencer de que los seres humanos no siempre quieren lo mejor unos para otros, sino explicar cuándo y por qué esto debe ser verdad. Con todo, a veces no queda más remedio que repasar lo ya conocido. La observación de que el conflicto forma parte de la condición humana, por trivial que parezca, contradice las creencias que están en boga. Una de estas creencias se expresa en la pegajosa metáfora que define las relaciones sociales como apego, vinculación y cohesión. Otra es la suposición de que, sin pensarlo, representamos los papeles que la sociedad nos asigna, y que la reforma social es simple cuestión de reescribir estos papeles. Sospecho que si presionásemos a muchos académicos y críticos sociales, encontraríamos enfoques que no serían menos utópicos que los expresados hace un cuarto de siglo por Charles Reich.

Si la mente es un órgano de computación diseñado en toda su ingeniería por selección natural, los motivos sociales que nos son propios serán otras tantas estrategias que se ajustan a los torneos en que tomamos parte. Las personas debemos tener distintos tipos de pensamientos y sentires sobre con quién estamos y con quién no estamos emparentados, así como acerca de padres, hijos, hermanos, novias, novios, esposas, conocidos, amigos, rivales, aliados y enemigos. Explorémoslos uno tras otro.

Parientes y amigos

Los Youngbloods cantaban «sonríe a tu hermano», John Lennon a la fraternidad de los hombres. Cuando hablamos de beneficencia, utilizamos el lenguaje del parentesco. Padre Nuestro que estás en los cielos; la paternidad de Dios; los Padres de la Iglesia; Papá Noel; la figura del padre; el patriotismo. La madre patria, la madre Iglesia; la Madre Superiora; la maternidad y la tarta de manzana; maternal. Hermanos de sangre; hermanos negros; hermanos de armas; amor fraternal; hermanos templarios; los hermanos franciscanos; fraternidades. ¿Hermano, podrías darme una limosna? La hermandad es poderosa; ciudades hermanas; almas hermanas; hermanas de la caridad; el club de la hermandad de estudiantes femeninas. La familia del hombre; las familias del crimen; una gran familia feliz.

Las metáforas del parentesco tienen un mensaje sencillo: tratar a determinadas personas con tanta amabilidad como tratarías a tus parientes de sangre. Todos sabemos cuál es el presupuesto del que parte. El amor a quien está uno emparentado se produce de forma natural; el amor a quien no lo está, en cambio, no. Éste es el hecho fundamental del mundo social, gobernándolo todo desde el modo en que crecemos y nos criamos hasta el ascenso y caída de imperios y religiones. La explicación es clara. Los parientes comparten genes en mayor medida que quienes no

están emparentados, de modo que si un gen hace que un organismo beneficie a un pariente (pongamos por caso, alimentándolo o protegiéndolo) tiene una alta probabilidad de beneficiar a una copia de sí mismo. Con esta ventaja, a lo largo de las generaciones los genes que favorecen la ayuda a los parientes aumentarán en una población. La amplia mayoría de actos altruistas en el reino animal se benefician del parentesco del actor. Los ejemplos más extremos de altruismo dirigido por el parentesco se hallan entre los insectos sociales como las hormigas o las abejas, en las que las obreras lo dan todo por la colonia. Son estériles y defienden la colonia con tácticas suicidas, como estallar para esparcir sustancias químicas nocivas sobre un invasor o picarle con un aguijón con lengüeta que, al ser expulsado, secciona el cuerpo de la hormiga. Esta entrega resulta en gran medida de un sistema genético insólito que les hace estar más emparentadas con sus hermanas que, si se diera el caso, con su prole. Al defender la colonia ayudan a sus madres para que produzcan hermanas en lugar de tener ellas mismas su propia descendencia.

Los genes no apelan unos a otros ni tañen directamente las cuerdas del comportamiento. En el caso de los seres humanos, el «altruismo por parentesco» y el hecho de «beneficiar a los propios genes» son dos modos abreviados de aludir a dos colecciones de maquinaria psicológica, una cognitiva, otra emocional.

Los seres humanos están equipados con un deseo y una capacidad de aprender su árbol genealógico. La genealogía es un tipo especial de saber. En primer lugar, las relaciones son digitales. O bien se es madre de alguien, o bien no se es. Podríamos estar en un ochenta por ciento seguros de que Bill es el padre de John, pero no es lo mismo que pensar que Bill es en un ochenta por ciento el padre de John. Hablamos de hermanastros o medio hermanos, pero todos sabemos que la expresión quiere decir que tienen la misma madre pero padres distintos, o al revés. En segundo lugar, el parentesco es una relación. Nadie es o un padre o una hermana, y punto; tiene que ser el padre o la hermana *de* alguien. En tercer lugar, el parentesco es topológico. Cada uno es un nódulo en una red cuyos vínculos están definidos por la paternidad, la generación y el género. Los términos de parentesco son expresiones lógicas que son leídas a partir de la geometría y la indexación de la red: un «primo hermano paralelo» es, por ejemplo, el hijo del hermano del padre o el hijo de la hermana de la madre de uno. En cuarto lugar, el parentesco es independiente. Edad, lugar de nacimiento, relaciones, condición social, ocupación, signo zodiacal, todo ello son las otras categorías en las que situamos a las personas que se hallan en otro plano respecto a las categorías del parentesco y no precisan ser consultadas al calcular el parentesco.

El *Homo sapiens* está obsesionado por el parentesco. En todo el mundo, cuando a alguien se le pide que hable de sí mismo, empieza con sus vínculos de parentesco y familiares, y en muchas sociedades, sobre todo en los grupos no sedentarios, las personas se despachan exponiendo genealogías interminables. En el caso de hijos adoptados, hijos de refugiados o descendientes de esclavos, la curiosidad por el parentesco biológico puede suponer una búsqueda que dura toda la vida. (No faltan

empresarios que tienen la esperanza de explotar este motivo cuando envían sus folletos, en los que ofrecen dar a conocer los antepasados de un apellido y encontrar el sello de la familia noble y el escudo de armas). Ciertamente, la gente no busca sus parientes pidiéndoles el ADN, se Emitan a evaluar el parentesco por medios indirectos. Muchos animales lo hacen por el olor. Los humanos lo hacemos a través de varios tipos de información: quiénes crecen juntos, quién se parece a quién, cómo interactúan, qué dicen las fuentes dignas de confianza y cómo puede deducirse lógicamente de otros tipos de relaciones^[7].

Una vez sabemos de qué modo estamos emparentados con otras personas, el otro componente de la psicología del parentesco irrumpe en escena. Además de otros sentimientos que podamos albergar hacia ellos, sentimos cierta simpatía, solidaridad, tolerancia y confianza por nuestros parientes. («Casa», según el poema de Robert Frost, es «algo que en cierto modo no tenemos que hacer méritos para merecer»). La bondad añadida que se siente por los parientes es repartida según un sentimiento que refleja la probabilidad de que el acto de favor ayude a un pariente a propagar copias de nuestros propios genes. Eso, a su vez, depende de lo próximo que aquél esté en el árbol familiar y del efecto que el favor tenga en las perspectivas de reproducirse del pariente (las cuales dependen de la edad y la necesidad)^[8]. De este modo, los padres aman a sus hijos por encima de cualquier otra personados primos se quieren unos a otros, pero no tanto como los hermanos, y así sucesivamente. Desde luego, nadie tritura datos genéticos o actuariales y luego decide en qué medida va a querer a un pariente. Más bien, los programas mentales del amor familiar fueron calibrados en el curso de la evolución de tal modo que el *amor* estuviera *correlacionado* con la probabilidad de que, en el entorno ancestral, un acto de afecto beneficiara a las copias de genes que favorecerían actos de amor.

El lector pensará que esto, al fin y al cabo, es como la trivial observación de que la sangre es más espesa que el agua. Con todo, en el clima intelectual imperante, esta observación resulta ser una tesis radical y escandalosa. Un extraterrestre que quisiera conocer las interacciones a partir de un libro de texto de psicología social, no llegaría ni a sospechar que los seres humanos se comportan de modo diferente con sus parientes a como lo hacen con extraños. Algunos antropólogos han sostenido que nuestro sentido del parentesco nada tiene que ver con la relación que tenemos, desde un punto de vista biológico, con otros seres. La creencia convencional de los marxistas, del feminismo académico y de los intelectuales de café alberga ciertas pretensiones sorprendentes: en primer lugar, que la familia nuclear formada por el marido, la esposa y los hijos es una aberración histórica que, durante los siglos pasados y en el mundo no occidental, ha sido desconocida; que en las tribus primitivas el matrimonio es un hecho poco corriente y los seres humanos son indiscriminadamente promiscuos y carecen de celotipia; que a lo largo de toda la historia el novio y la novia no han tenido ni voz ni voto en su matrimonio; que el amor romántico fue una invención de los trovadores y juglares medievales y era el

amor adúltero que un caballero sentía por una dama desposada; que los hijos solían considerarse, en general, pequeños adultos; que en tiempos pretéritos los niños morían tan a menudo que las madres no sentían su pérdida; que la preocupación por los propios hijos es una invención reciente. Todas estas creencias son falsas. La sangre es más espesa que el agua, y ningún aspecto de la existencia humana permanece insensible a esa parte de nuestra psicología^[9].



Las familias son importantes en todas las sociedades, y su núcleo central es el formado por una madre y sus hijos biológicos. Todas las sociedades tienen la institución del matrimonio. Un hombre y una mujer establecen una alianza públicamente reconocida cuya meta primaria es la definida por los hijos; el hombre tiene un «derecho» de exclusividad en su trato sexual con la mujer; y ambos cónyuges están obligados a invertir en sus hijos. Los detalles varían, a menudo según las pautas que definen la relación de sangre en la sociedad. Por regla general, cuando los hombres sienten la seguridad de que son los padres de los hijos de sus esposas, se forman familias nucleares, normalmente cerca de los parientes próximos del marido. En un número más reducido de sociedades donde los hombres no confían en aquella circunstancia (por ejemplo, cuando se alejan durante períodos largos de tiempo en prestación de algún servicio militar o para trabajar en los campos), las familias viven cerca de los parientes maternos, y los principales benefactores masculinos de los hijos son los parientes de sangre más próximos, sus tíos maternos. Incluso entonces, la paternidad biológica es reconocida y valorada. Ambas partes de la familia cercana se interesan por el matrimonio y los hijos, y los hijos se sienten solidarios con ambas ramas de la familia, aun cuando las reglas oficiales de descendencia reconocen sólo a una parte (como sucede en el caso de la legación del apellido en el sistema de parentesco anglosajón, que es consignado según el apellido del padre).

A las mujeres les va mejor cuando están cerca de sus parientes y los hombres se desplazan, porque están rodeadas por padres, hermanos, hermanas y tíos, de modo que pueden acudir en su ayuda cuando riñen con sus maridos. Este tipo de dinámica fue muy bien expuesta en el filme *El padrino* cuando el hijo del personaje interpretado por Marión Brando, Sonny Corleone, casi mata al marido de su hermana cuando descubre que aquél le ha dado una paliza. La vida sobrepasó a la ficción cuando dos décadas más tarde el hijo de Brando, Christian Brando, mató al novio de su hermana cuando descubrió que aquél le había dado una paliza. Cuando una mujer tiene que abandonar su casa para vivir cerca de la familia de su marido, éste puede maltratarla con impunidad. En muchas sociedades, se fomentan los matrimonios entre primos paralelos y estos enlaces resultan ser relativamente armoniosos, porque las habituales riñas entre esposo y esposa quedan mitigadas por su mutua simpatía como parientes de sangre.

En nuestros días resulta impropio hablar de amor entre parientes relacionados por parentesco biológico porque se interpreta como una mancha en la reputación de muchos padres con hijos adoptivos o hijastros. Ciertamente es que las parejas quieren a sus hijos adoptivos; si no se sintieran más obligados que de costumbre a estimular una experiencia familiar natural, para empezar, no habrían recurrido a la adopción. En cambio, las familias en las que cada uno de los esposos aporta sus hijos o tienen nuevos hijos habiendo tenido ya previamente alguno con otras parejas, las cosas son diferentes. El padrastro va a buscar una esposa, no un hijo; el hijo es un coste que se incluye como parte del trato. Los padrastros (padre y madre) tienen mala reputación; cuando el diccionario Webster define la voz *stepmother* (madrastra), en una de sus dos acepciones, dice «persona que no consigue dar un cuidado o atención adecuada». Los psicólogos Martin Daly y Margo Wilson comentan:

La caracterización negativa de los padrastros no es en absoluto peculiar a nuestra cultura. El interesado por el folclore que consulte el impresionante *Motif-Index of Folk Literature* de Stith Thompson, encontrará sinopsis tan lamentables como «madrastra maligna ordena que la hijastra sea asesinada» (mito irlandés) y «madrastra maligna que mata a trabajar a la hijastra en ausencia del padre mercader» (India). Por conveniencia, Thompson dividió los cuentos acerca de padrastros en dos categorías: «padrastos crueles» y «padrastos lujuriosos». Para distintos pueblos desde los inuits hasta los indonesios, a través de docenas de relatos, el padrastro es caracterizado como un ser vil en cada uno de ellos^[10].

Daly y Wilson señalan que muchos científicos sociales suponen que las dificultades que azotan a las relaciones entre padrastros e hijastros están *causadas* por «el mito del padrastro cruel». Pero ¿por qué, se preguntan, los padrastros en tantas culturas tienen que ser el blanco dilecto de la misma calumnia? La explicación que ellos dan es más directa:

La ubicuidad de las historias de Cenicienta... seguramente es un reflejo de ciertas tensiones básicas y recurrentes en la sociedad humana. Las mujeres a menudo deben de haber sido abandonadas con hijos a su cargo a lo largo de la historia humana, y tanto padres como madres a menudo se quedaban prematuramente viudos. Si el superviviente quería forjar una nueva carrera marital, entonces el destino de los hijos pasaba a ser problemático. [Entre los tikopia y los yanomami, el esposo] exige la muerte de los hijos anteriores de su esposa. Otras soluciones adoptadas incluyen dejar a los hijos con los parientes por vía materna posmenopáusicos y el *levirate*, una costumbre extendida por medio de la cual una viuda y sus hijos eran heredados por el hermano del esposo muerto u otro pariente cercano. En ausencia de estas disposiciones, los hijos eran obligados a seguir como hijastros bajo el cuidado de personas de las cuales no eran parientes sin ningún interés benévolo por su bienestar. Y seguramente tenían motivos más que probados de alarma^[11].

En un estudio sobre la salud emocional de las familias de clase media en Estados Unidos, sólo la mitad de los padrastros y una cuarta parte de las madrastas afirmaban tener un «sentimiento paternal/maternal» hacia sus hijastros, y aún menor era la proporción de los que afirmaban que les «querían». En la ingente cantidad de obras de psicología popular sobre familias reconstruidas suele dominar un único tema: superar los antagonismos. Muchos profesionales aconsejan actualmente a las familias con este tipo de antagonismos que descarten el ideal de repetir una familia biológica. Daly y Wilson hallaron que la «paternidad sobrevenida» es el factor de riesgo más

grave identificado en los casos de malos tratos a los hijos. En el caso del peor de los malos tratos, el homicidio, un padrastro es en un cuarenta por ciento más propenso a matar a un hijastro pequeño que un padre biológico lo es de matar a su hijo, aun cuando se tomen en consideración factores desconcertantes como la pobreza, la edad de la madre, los rasgos de las personas que suelen volver a casarse.

Los padrastros y las madrastras seguramente son más crueles que cualquier otra persona. La paternidad es única en las relaciones humanas por su unilateralidad. Los padres dan, los niños toman. Por razones evolutivas evidentes, las personas están de tal forma constituidas que aceptan los sacrificios que supone la paternidad por sus propios hijos, pero por nadie más. Peor aún, tal como veremos, en la constitución de los hijos impera exigir a los adultos que están a su cuidado estos sacrificios, y este hecho puede hacerlos rotundamente fastidiosos para cualquier otra persona que no sean sus padres y parientes cercanos. La escritora Nancy Mitfor decía: «Quiero a los niños, sobre todo cuando lloran, porque entonces alguien se los lleva». Pero, cuando uno está casado con el padre o la madre de los niños, nadie se los lleva. La indiferencia, incluso el antagonismo, de los padrastros hacia sus hijastros es simplemente la reacción habitual de un ser humano hacia otro ser humano. Es la infinita paciencia y generosidad de un padre biológico lo que es especial. Este punto no debe reducir nuestra apreciación de que existen muchos padrastros benevolentes; de servir para algo, debe hacerla resaltar, ya que son personas especialmente bondadosas y autosacrificadas.



A menudo se dice que tenemos más probabilidades de que nos mate un pariente en casa, que un agresor en la calle. Esta afirmación encierra cierta sospecha para todo aquel que conozca la teoría evolutiva y, de hecho, resulta ser falsa.

Las estadísticas de homicidios son un tipo de evidencia importante para las teorías de las relaciones humanas. Tal como Daly y Wilson explican, «matar al antagonista es la última técnica de resolución de conflicto a la que se recurre, y nuestros antepasados lo descubrieron mucho antes de que fueran personas»^[12]. Los homicidas no pueden ser descritos como el producto de una mente o una sociedad enfermas. En casi todos los casos, una muerte es algo imprevisto e indeseado; es el clímax fatal y desastroso de una batalla de enfrentamiento en la cual la sensación de estar en la cuerda floja ha sido llevada demasiado lejos. Para cada asesinato habrá un sinnúmero de argumentaciones que pueden tranquilizar y un sinnúmero de amenazas que no son llevadas a cabo. Lo cual hace del homicidio un excelente modo de aquilatar el conflicto y sus causas. A diferencia de conflictos menores que sólo pueden ser descubiertos a través de informes que los involucrados en los altercados pueden amañar, un homicidio deja tras de sí una persona desaparecida o un cuerpo muerto,

que son difíciles de ignorar, y los homicidas, además, son investigados meticulosamente y documentados.

A veces se asesina a parientes. Hay infanticidios, filicidios, parricidios, matricidios, fratricidios, uxoricidios, familiaricidios y varios tipos de asesinato de parientes que carecen de nombre explícito. En un sistema de datos característico, establecido a partir de una ciudad norteamericana, una cuarta parte de los homicidios son cometidos por extraños, una mitad, para saldar deudas y la cuarta parte restante, por «parientes». Pero casi en todos los casos de homicidios cometidos por parientes resulta que no se trata de parientes de sangre. Son esposos, cuñados, suegros, hijastros, hijastras, padrastrros y madrastras. Sólo entre el dos y el seis por ciento de las víctimas de homicidio son causadas por sus parientes de sangre. De hecho, estas cifras están sobrestimadas. Solemos frecuentar más a nuestros parientes de sangre que a otras personas, de modo que los parientes de sangre suelen estar a menudo más cerca. Cuando uno se centra en las personas que viven juntas, de modo que las oportunidades para interactuar se mantienen constantes, se descubre que el riesgo de ser muerto por alguien que no es pariente es al menos once veces mayor que el riesgo de serlo por un pariente de sangre, e incluso superior a esta estimación.

La pérdida de enconamiento en los conflictos entre parientes de sangre forma parte de una pauta de solidaridad de parentesco más amplia denominada nepotismo. En el uso cotidiano la palabra se refiere a conceder favores a parientes (del latín «nepotem», sobrino) como, por ejemplo, un prerrequisito para un trabajo o un estatus social. El nepotismo institucional es, desde un punto de vista oficial, ilícito en nuestra sociedad, si bien es ampliamente practicado y en la mayoría de las sociedades la gente se sorprende de saber que lo consideramos un vicio. En muchos países, un funcionario recién nombrado despide a todos los funcionarios a su mando y los sustituye por parientes. Los parientes son abados naturales, y antes de que se inventara la agricultura y la vida sedentaria en ciudades, las sociedades se organizaban alrededor de clanes que estaban formados por parientes. Una de las preguntas fundamentales de la antropología es cómo los cazadores-recolectores se dividieron en bandas o aldeas, integradas de forma característica por medio centenar de miembros, aunque el tamaño podía variar según la época y el lugar. Napoleón Chagnon recopiló una serie de genealogías meticulosamente elaboradas que vinculaban a miles de las tribus yanomami, la tribu de cazadores-recolectores y agricultores de la selva amazónica que estudió durante treinta años. Chagnon demostró que el parentesco es el fundamento que mantiene las aldeas unidas. Los parientes cercanos luchan entre sí menos a menudo y acuden más a menudo unos en ayuda de otros cuando luchan. Una aldea se escinde cuando su población crece, sus habitantes están cada vez menos emparentados entre sí y, paulatinamente, pierden los estribos unos a causa de otros. Una lucha irrumpe, las lealtades se dividen según las líneas de parentesco sanguíneas y una de las partes, echando pestes, se marcha con sus parientes más cercanos para formar una nueva aldea^[13].



El ejemplo más familiar de *pariente ficticio* es una esposa o un esposo: personas que no están, desde un punto de vista genético, relacionadas pasan a ser parientes y reclaman para sí las emociones que comúnmente se dirigen al pariente. El biólogo Richard Alexander ha señalado que si los esposos se son fieles, si cada uno actúa en nombre de los hijos de la unión y no en función de otros parientes sanguíneos, y si el matrimonio dura la vida de ambos cónyuges, los intereses genéticos de una pareja son idénticos. Sus genes se hallan atados en el mismo continente, sus hijos, y lo que es bueno para uno de los esposos es bueno para el otro. Bajo estas condiciones idealizadas, el amor matrimonial debe ser más fuerte que otro cualquiera.

En realidad, los parientes consanguíneos, de hecho, sí afirman algunas de sus lealtades y, en cambio, nadie puede estar nunca seguro de que el otro esposo le es fiel al cien por cien, y mucho menos de que nunca desertará de la relación o morirá. En una especie simple, la fuerza del amor marital podría situarse en cierto nivel medio óptimo que reflejara la probabilidad general de nepotismo, infidelidad, deserción y viudedad. Los seres humanos, en cambio, son más sensibles a los avatares de sus matrimonios y sintonizan sus emociones en conformidad. No es ninguna sorpresa para un biólogo que los cuñados y los suegros, la infidelidad y los hijos nacidos de otras relaciones anteriores de los miembros de la pareja sean las principales causas de peleas maritales.

Dado que los genes de una pareja van en el mismo barco y cada esposo comparte los genes con su pariente (masculino o femenino), el pariente tiene interés —en los dos sentidos de la palabra— en el matrimonio que les une. Cuando el hijo de una familia se casa con la hija de otra, las fortunas genéticas de las dos se hallan en parte vinculadas en los nietos que tienen en común, y en esa medida lo que es bueno para una es bueno para la otra. Los matrimonios convierten a los parientes políticos en aliados naturales, y ésa es la única razón por la cual en todas las culturas los matrimonios son alianzas entre clanes, y no sólo entre esposos. La otra razón consiste en que cuando los padres tienen poder sobre sus hijos adultos, como tenían en todas las culturas hasta fecha reciente, los hijos son excelentes bienes con que comerciar. El argumento se podría esquematizar de este modo: «dado que mis hijos no quieren casarse uno con otro, tú tienes algo que necesito: una esposa para mi hijo». Tal es la razón por la que las dotes y la venta de la novia se hallan presentes en todas las culturas humanas, aunque bienes como el estatus social y la lealtad en conflictos con terceras partes son así mismo incluidos en el trato. Al igual que todas las transacciones comerciales, una buena venta o intercambio de un miembro de la descendencia demuestra la buena fe de las partes y las hace más proclives en el futuro a confiar una en otra. De este modo los parientes políticos son tanto socios genéticos como socios comerciales.

En el caso de padres preocupados por el futuro, la afianza con otras familias debe escogerse de forma cuidadosa. Los padres no sólo deben evaluar los activos y la honradez de los futuros parientes políticos, sino que deben calibrar si la masa de buena voluntad que se da gratuitamente con un interés genético común en los nietos será utilizada para lo mejor. Podría, por ejemplo, ser despilfarrada en un abado ya de por sí seguro o en un enemigo implacable, pero establecería la diferencia para un clan cuyas simpatías se hallan en algún punto intermedio. El enlace estratégico entre familias es un resultado de la psicología del parentesco; otro es el conjunto de reglas acerca de quién puede casarse con quién. En muchas culturas se fomenta el matrimonio entre primos hermanos paralelos y se prohíbe desposarse con primos hermanos cruzados. Un primo hermano cruzado es el hijo del hermano de la madre o de la hermana del padre; un primo hermano paralelo es el hijo de la hermana de la madre o del hermano del padre. ¿Por qué establecer esta distinción? Consideremos la disposición más común, en la que las hijas son intercambiadas entre los clanes de hombres emparentados e imaginémonos contemplando la posibilidad de desposarnos con una de nuestras varias primas (o primos). Si nos casamos con primos cruzados, se consume un intercambio con un socio comercial consolidado: un clan con el que la propia familia (presidida por el patriarca) ha comerciado una novia en el pasado (nuestra madre o nuestra tía). Si nos casamos con nuestros primos paralelos, o bien nos casamos dentro del clan (si nuestro padre y el padre de la persona prometida son hermanos) y no aportamos ningún bien exterior, o bien nos casamos con alguien de un clan extraño (si nuestra madre y la madre de la persona prometida son hermanas) [14].

Estas intrigas han dado lugar a dos de los mitos modernos del parentesco, a saber, que en las sociedades tradicionales los individuos no tienen ni voz ni voto respecto a con quién van a casarse, y que el parentesco no tiene nada que ver con el estar relacionado desde un punto de vista genético. El poso de verdad que encierra el primer mito consiste en que los padres en todas partes ejercían tanto poder que podían influir en la elección de la persona con la que se casaban sus hijos. Los hijos, sin embargo, no se limitaban a aceptar pasivamente la elección de sus padres. En todas partes los prometidos tienen poderosas emociones acerca de con quién quieren casarse —es decir, amor romántico— y los compromisos a menudo se convierten en fieras batallas entre padres e hijos. Aun cuando los padres tienen la última palabra, los hijos presionan día y noche para dar a conocer sus sentimientos y que sean tenidos en cuenta, y los sentimientos casi siempre participan en la decisión. La trama de la obra de Sholom Aleichem *Tevye's Daughters* (que fue adaptada en el musical *El violinista en el tejado*) abunda en este campo de batalla y otras tramas similares se encuentran en otras partes distintas del mundo. Si los hijos se fugan con su amante, este hecho se convierte en una catástrofe para sus padres. El trato comercial o la oportunidad de una alianza estratégica de toda una vida puede que simplemente se desperdicien. Peor aún, si los padres habían prometido al hijo con anterioridad —

hecho que a menudo sucede, porque los hijos nacen en diferentes épocas y la segunda mitad del intercambio tiene que aguardar hasta que el hijo alcance la edad de casarse —, los padres se hallan en falta y a merced de los usureros y prestamistas. O bien, los padres se tenían que empeñar hasta las cejas para comprarle una esposa al hijo difunto. Los incumplimientos de los contratos matrimoniales son una de las principales causas de esclavización y guerra en las sociedades tradicionales. Al tener tan altos intereses, no es de extrañar que la generación de los padres siempre enseñe que el amor romántico es cosa frívola o no existe en absoluto. Los intelectuales que concluyen que el amor romántico es una invención reciente hecha por los trovadores y juglares medievales o los guionistas de Hollywood han creído al pie de la letra la propaganda del sistema [*establishment*]^[15].

Quienes consideran el parentesco ficticio como una prueba de que el parentesco nada tiene que ver con la biología han hecho suya también una doctrina oficial. Uno de los grandes problemas de las reglas matrimoniales, como la que ordena el matrimonio entre primos hermanos cruzados, es que la mezcla de edad y sexo de un grupo fluctúa, de modo que a veces resultará que no habrá candidatos elegibles para un hijo. Al igual que sucede con todas las reglas, el desafío consiste en seguir operándolas sin hacer de ellas una farsa. Una solución obvia podría consistir en redefinir quién está emparentado con quién. A un soltero deseable se le podría considerar un primo cruzado aun cuando el esquema genealógico diga otra cosa, salvando a una hija de la soltería sin establecer por ello el precedente de que los otros hijos puedan casarse con quien les plazca. Pero, en el fondo, ninguna de las partes se siente entusiasmada por estas medidas que sirven para salvar las apariencias. Una hipocresía similar se aplica al otro pariente ficticio. Dado que las emociones de parentesco son tan fuertes, los manipuladores intentan explotarlas en beneficio de la solidaridad entre quienes no están emparentados, *llamando* pariente al que no es pariente. La táctica ha sido redescubierta una y otra vez, desde los jefes tribales hasta los pastores religiosos modernos y músicos de rock de vena sensiblera. Con todo, incluso en tribus donde las etiquetas de parentesco ficticio son tratadas públicamente con la máxima seriedad, si en privado se presiona a alguien, éste reconocerá que tal o cual no es *en realidad* su hermano o su primo. Y cuando las personas muestran cuáles son sus auténticos colores en una riña, los colores van con los parientes consanguíneos, no con los ficticios. Muchos padres modernos dicen a sus hijos que traten a los amigos de la familia con la fórmula tío o tía. Cuando era niño, mis amigos y yo sobamos referirnos a ellos como nuestros tíos y tías postizos. Los niños son siempre más inflexibles a la hora de resistirse a la ubicua presión que se ejerce sobre ellos para que llamen a sus padrastros papá o mamá^[16].



Durante milenios, las emociones de parentesco han modelado incluso a las sociedades más amplias. El alcance del amor paternal o maternal puede extenderse a lo largo de generaciones por medio de regalos y la herencia. El amor paternal o maternal causa la paradoja fundamental de la política: ninguna sociedad puede ser a la vez justa, libre e igualitaria. Si es justa, la gente que trabaja más duro, puede acumular más. Si es libre, la riqueza se la darán a sus hijos. Pero entonces no puede ser igualitaria, ya que algunas personas heredarán una riqueza que no se ganaron. Aun cuando Platón llamó la atención sobre estos intercambios en el libro de *La República*, casi todas las ideologías políticas pueden definirse por la postura que adoptan sobre que resultará de los ideales que defienden.

Otra consecuencia sorprendente de la solidaridad por parentesco es que la familia es una organización subversiva. Esta conclusión ataca de lleno al enfoque derechista de que la Iglesia y el Estado siempre han defendido a la familia, y al enfoque izquierdista de que la familia es una institución burguesa y patriarcal diseñada para suprimir a las mujeres, debilitar la solidaridad de clase y fabricar dóciles consumidores. El periodista Ferdinand Mount ha documentado de qué modo cada movimiento político y religioso de la historia ha intentado socavar la familia. La razón es evidente. No sólo la familia es una coalición rival que compite para procurarse las lealtades de una persona, sino que es un rival que tiene una ventaja injusta: los parientes cuidan de forma innata unos de otros más que los camaradas. Prestan beneficios nepotistas, perdonan las fricciones diarias que agotan otras organizaciones y reducen a nada la venganza contra un miembro. El leninismo, el nazismo y otras ideologías totalitarias siempre exigen una nueva lealtad «superior» y contraria a los vínculos familiares. De este modo procedieron las religiones desde el cristianismo primitivo a la secta Moon («¡Ahora somos tu familia!»)^[17]. En Mateo 10:34-37, Jesús dice:

No creáis que he venido a traer la paz sobre la tierra; no he venido a traer paz, sino espada. He venido, en efecto, a separar al hombre de su padre, a la hija de su madre, a la nuera de su suegra y serán enemigos del hombre los de su propia casa. El que ama a su padre o a la madre más que a Mí, no es digno de Mí, y el que ama a su hijo o a su hija más que a Mí, no es digno de Mí.

Cuando Jesús dijo «dejad que los niños se acerquen a mí», estaba diciendo que no debían acercarse a sus padres.

Las religiones y los Estados que han salido victoriosos, finalmente caen en la cuenta de que deben coexistir con las familias, pero hacen todo cuanto pueden para contenerlas, en especial a las más amenazadoras. La antropóloga Nancy Thornhill descubrió que las leyes del incesto en casi todas las culturas no fueron creadas para tratar el problema del matrimonio entre hermanos, ya que, para empezar, no quieren casarse entre sí. Aunque el incesto hermano-hermana puede incluirse en la prohibición y puede ayudar a legitimarla, los objetivos reales de las leyes son los matrimonios que amenazan los intereses de los juristas. Las reglas prohíben los

matrimonios entre parientes más alejados como los primos, y son promulgadas por soberanos de sociedades estratificadas para evitar que la riqueza y el poder se acumulen en familias, que en el futuro podrían convertirse en rivales. La antropóloga Laura Betzig ha demostrado que las reglas eclesiásticas medievales sobre la práctica sexual y el matrimonio eran así mismo armas dirigidas contra las dinastías familiares. En la Europa feudal, los padres no repartían sus propiedades en partes iguales entre todos los hijos. Las parcelas de tierra no podían ser subdivididas generación tras generación o de lo contrario acabarían siendo inútiles por minifundistas y, además, el título sólo podía recaer en un único heredero. Surgió entonces el derecho consuetudinario de la primogenitura, en el cual todo se legaba al hijo mayor y los otros hijos se marchaban por los caminos en busca de su fortuna, a veces enrolándose en mesnadas, otras ingresando en las órdenes eclesiásticas. La Iglesia se llenó de benjamines sin herencia, que manipularon entonces las reglas matrimoniales para hacer difícil a los propietarios de tierras y de títulos tener herederos legítimos. Cuando morían sin dejar descendencia, las propiedades y los títulos pasaban a los hermanos desheredados o a la Iglesia a la que servían. Según las leyes canónicas del matrimonio, un hombre no podía divorciarse de una esposa que no tuviera hijos, ni volver a casarse mientras viviera, adoptar un hijo, tener un hijo de una mujer con la que estuviera emparentado en un grado inferior al séptimo, o tener relaciones carnales diversos días en concreto que acababan sumando más de la mitad del año. La historia de Enrique VIII nos recuerda que buena parte de la historia de Europa gira en torno a las batallas entre poderosos individuos que intentaban aplicar los sentimientos familiares en favor de beneficios políticos —contrayendo matrimonios estratégicos, esforzándose por tener herederos— y otros individuos poderosos que intentaban hacer fracasar los planes de los primeros^[18].

Padres e hijos

Para un organismo diseñado por selección natural, dejar descendientes es la razón de ser y la meta de todos los esfuerzos y luchas. El amor de un padre por su hijo debe ser inmenso, y así es. Pero no por ello está exento de límites. Robert Trivers descubrió una consecuencia sutil pero profunda de la genética para la psicología de la familia.

En la mayoría de las especies sexuadas, los padres legan el cincuenta por ciento de sus genes a cada uno de sus vástagos. Una estrategia para maximizar el número de genes en la generación siguiente es tener tantos bebés y tan rápidamente como sea posible. Y precisamente es lo que hacen la mayoría de organismos. Los organismos recién nacidos, sin embargo, son mucho más vulnerables que los adultos porque son más pequeños y menos experimentados, y en casi todas las especies la mayoría nunca

llega a la madurez. Por tanto, todos los organismos afrontan una «elección» acerca de destinar su tiempo, sus calorías y su riesgo al cuidado de una prole existente y aumentar así sus probabilidades de supervivencia, o producir nuevos descendientes y dejar que se mantengan por sí mismos. Según los detalles del ecosistema y el plan de constitución corporal de cada especie, una u otra estrategia puede ser beneficiosa desde un punto de vista genético. Las aves y los mamíferos han optado por cuidar de su descendencia; los mamíferos han llegado al extremo de desarrollar órganos que permiten acumular nutrientes del propio cuerpo y darlos a su prole en forma de leche. Las aves y los mamíferos invierten calorías, tiempo, riesgo y desgaste corporal en su prole, y se ven retribuidos con el aumento de la expectativa de vida de sus crías.

En teoría, un progenitor podría llegar al otro extremo y cuidar de su primogénito durante toda su vida, pongamos por caso, amamantándole hasta que el progenitor muriera de vejez. Pero tendría poco sentido, ya que en algún momento las calorías convertidas en leche sería mejor invertir las en cuidar y amamantar a una nueva prole. A medida que el primogénito crece, cada ración adicional de leche es cada vez menos importante para su supervivencia, y cada vez está mejor dotado para procurarse su propia comida. Un hijo más joven se convierte en una mejor inversión, y el progenitor debe destetar al mayor.

Un padre debe transferir la inversión destinada a un hijo mayor a otro más joven cuando el beneficio supera el coste que supone alimentar al mayor. El cálculo se sustenta en el hecho de que los dos hijos se hallan emparentados por un igual con los padres. De todas formas, debemos tener presente que este tipo de cálculos tienen en cuenta el punto de vista del padre, y que el hijo mayor ve las cosas de modo distinto. Ante todo, comparte el cincuenta por ciento de sus genes con su hermano más joven, pero comparte el *cien por cien* de sus genes *consigo mismo*. En lo que a él respecta, el padre debería continuar invirtiendo en él hasta que el beneficio de hacerlo en un hijo más joven fuera mayor que *dos veces* el coste que supone hacerlo en él. Los intereses genéticos del padre y del hijo divergen. Cada hijo deseará más cuidado paternal del que el padre está dispuesto a dar, porque los padres quieren invertir en toda su prole de forma igualitaria (en función de las necesidades de cada uno de sus hijos), mientras que cada hijo quiere la mayor parte de la inversión para sí mismo. La tensión se denomina técnicamente conflicto padres-hijos^[19]. En esencia, se trata de una rivalidad entre hermanos: los hermanos compiten entre sí por la inversión de sus padres, mientras que los padres serían más felices si cada hijo aceptara la parte proporcional que le corresponde en función de sus necesidades. Pero la rivalidad entre hermanos puede acabar así mismo con los padres. En términos evolutivos, la única razón por la cual un padre niega la inversión a uno de sus hijos es que la destina a otros futuros. Un conflicto de los hijos con sus padres, en realidad es la rivalidad respecto a un hermano que todavía no ha nacido^[20].

Un ejemplo tangible de todo ello es el conflicto del destete. Las calorías que una madre convierte en leche no están disponibles para un nuevo hijo, al punto que la

alimentación del lactante suprime la ovulación. En algún momento las madres de las especies mamíferas destetan a sus crías de modo que su cuerpo pueda prepararse para tener descendencia de nuevo. Cuando la tienen, las crías montan un auténtico escándalo, acosando a la madre para poder acceder a la teta durante semanas o meses antes de consentir en dejar de mamar.

Cuando, en cierta ocasión, mencioné la teoría del conflicto padres-hijos para consolar a un colega cuyo hijo de dos años no dejaba de incordiar tras el nacimiento de su hermano menor, me regañó diciendo que estaba afirmando «que somos egoístas». Tras semanas de insomnio, podía perdonarle que hubiese perdido el norte. Ciertamente, los padres no son egoístas, los padres son las entidades menos egoístas del universo que conocemos. Pero tampoco son infinitamente desinteresados o, de lo contrario, cualquier lamento o rabieta les sonaría a música y no moverían ni un dedo. Además, la teoría predice que los niños tampoco son por completo egoístas. Si lo fueran, matarían a sus hermanos recién nacidos para disponer en exclusiva de toda la inversión de sus padres y exigirían ser amamantados durante toda su vida. La razón por la que no son egoístas se halla en que *en parte* están relacionados con sus hermanos presentes y futuros. Un gen que hiciese que un niño matara a su hermana recién nacida tendría un cincuenta por ciento de probabilidades de destruir una copia de sí mismo y, en la mayoría de las especies, ese coste supera el beneficio que supone disponer en exclusiva de toda la leche de la madre. (En ciertas especies, como las hienas y algunas aves de presa, los costes no superan, en cambio, a los beneficios y los hermanos se matan unos a otros). Un gen, por otro lado, que hiciese que un hijo de quince años fuera alimentado, bloquearía la oportunidad de su madre para elaborar nuevas copias de ese gen en el interior de hermanos viables. Tanto un coste como el otro excederían en dos veces el beneficio, de modo que la mayoría de organismos tienen en el fondo los intereses de sus hermanos, aunque descontados de ellos los relativos a sí mismos. El núcleo de la teoría no consiste en que los hijos quieran recibir y que los padres no quieran dar, sino que los hijos quieren recibir más de lo que sus padres quieren dar.



El conflicto entre padres e hijos se inicia en el útero. Una mujer gestante adquiere el aspecto de la armonía y la crianza, pero debajo de ese brillo se libra una poderosa batalla en su interior. El feto intenta minar el cuerpo de la madre en busca de nutrientes a expensas de la capacidad de su portadora para criar futuros hijos. La madre es una conservacionista, al intentar guardar como reserva su cuerpo para el porvenir. La placenta humana es un tejido del feto que invade el cuerpo de la madre y se nutre de su flujo sanguíneo. A través de este tejido, el feto segrega una hormona que bloquea la insulina materna, aumentando de este modo los niveles de azúcar en la sangre que luego la placenta absorberá. Pero la diabetes resultante pone en un

compromiso la salud de la madre y, en el tiempo evolutivo, el cuerpo materno reacciona segregando más insulina, la cual incita a que el feto segregue más cantidad de la hormona que bloquea la insulina, y así sucesivamente, hasta que las hormonas alcanzan un nivel de concentración mil veces superior al habitual. David Haig, uno de los primeros biólogos que apreció la existencia del conflicto padres-hijos, señala que los niveles alcanzados por las hormonas deberían entenderse como un coro de voces que en su diálogo suben de tono: un signo de conflicto. Siguiendo este juego de tensar cada vez más la cuerda, el feto aumenta la presión arterial de la madre, forzando de este modo la producción de más nutrientes a expensas de la salud de la madre^[21].

La batalla prosigue una vez el bebé ha nacido. La primera decisión de la maternidad consiste en si se deja al recién nacido morir. El infanticidio ha sido practicado en todas las culturas del mundo. En la occidental, «matar a los bebés» es un sinónimo de depravación moral, uno de los crímenes más infames que quepa imaginar. Podríamos pensar, no obstante, que es una forma de suicidio darwiniano y una prueba de que los valores de otras culturas carecen de parangón que permita compararlos con los nuestros. Daly y Wilson demuestran que no es ni lo uno ni lo otro.

Los padres de todas las especies afrontan la elección de si continúan invirtiendo en un recién nacido. La inversión paterna es un recurso precioso, y si un recién nacido tiene probabilidades de morir, no hay por qué dilapidar recursos en lo que no tiene remedio criándolo o amamantándolo. En este sentido es mejor gastar tiempo y calorías en una nueva carnada o nidada, en empezar desde el principio con una nueva prole o aguardar hasta que las circunstancias sean mejores. De este modo, la mayoría de los animales dejan morir a aquellas de sus crías que están raquíticas o enfermas. Semejantes cálculos forman parte del infanticidio humano. En las tribus de cazadores-recolectores, las mujeres tienen a sus primeros hijos antes de los veinte años, los alimentan y crían ocupándose de ellos durante cuatro años infértiles; ven cómo muchos de ellos mueren antes de llegar a la madurez. Si una mujer es afortunada, puede criar hasta su madurez a tres o cuatro hijos. (Las extensas proles de nuestros abuelos fueron aberraciones históricas que resultaron de la agricultura, la cual abasteció de los productos necesarios para sustituir a la leche materna). Aun al criar un pequeño número de hijos hasta que se convierten en individuos adultos, una mujer debe tomar decisiones difíciles. Las mujeres de las distintas culturas del mundo dejan morir a sus hijos en circunstancias en las cuales las posibilidades de supervivencia son bajas: cuando el niño es deforme, es gemelo, no tiene padre o tiene como padre a un hombre que no es el marido de la madre, y cuando ella es joven (y, por tanto, tiene oportunidades para volverlo a intentar), carece de apoyo social, o tiene el hijo muy poco después de otro, está agobiada con hijos mayores o se halla desesperada, como sucede cuando se pasa por hambrunas. El infanticidio en el Occidente contemporáneo es semejante. Las estadísticas muestran que las madres que

dejan morir a sus hijos son jóvenes y solteras. Son muchas las explicaciones, pero el paralelismo con el resto del mundo es harto improbable que se deba a una pura coincidencia^[22].

Las madres que cometen infanticidio no son despiadadas, y si bien la mortalidad infantil es común, nunca se amenaza por pura casualidad la vida de los hijos. Las madres experimentan el infanticidio como una tragedia inevitable. Se apenan por el hijo y lo recuerdan con dolor a lo largo de todas sus vidas. En muchas culturas, los seres humanos intentan distanciar sus emociones respecto a un recién nacido hasta que están seguros de que sobrevivirá. Puede que no lo toquen ni le den nombre, o no le atribuyan una personalidad legal hasta que el bebé haya superado el período de peligro, como atestiguan por lo demás el bautismo en el caso del cristianismo y la circuncisión a los ocho días de nacer en el caso de los niños judíos.

Las emociones de las mujeres, que acaban de ser madres y regirán la decisión que tomen de cuidar del bebé o dejarlo morir, puede que hayan sido modeladas por medio de estos hechos actuariales. La depresión posparto ha sido descrita, como un delirio hormonal, pero como sucede con todas las explicaciones de las emociones complejas, no queda más remedio que preguntar por qué el cerebro está montado de tal modo que permite que las hormonas dejen sentir sus efectos. En la mayor parte de la historia evolutiva humana, una mujer que acababa de ser madre tenía buenas razones para descansar y reponer fuerzas. Tenía que afrontar una decisión que suponía optar por una tragedia definida en ese precioso momento o arriesgarse a sufrir una tragedia aún mayor años más tarde, y una elección así no podía tomarse a la ligera. Aún hoy en día, la típica cavilación de una mujer que acaba de ser madre y está deprimida — ¿cómo voy a poder con esta carga?— es una cuestión que se plantea de forma clara. La depresión es aún más grave que aquellas circunstancias en las cuales las madres de otros lugares del mundo deciden cometer infanticidio, como son la pobreza, el conflicto matrimonial y una maternidad en condición de madre soltera^[23].

La respuesta emocional llamada «vinculación» es sin duda más sofisticada que el estereotipo según el cual una mujer se encapricha de por vida de su bebé cuanto interactúa con él en un período crítico tras el nacimiento, como las víctimas de Puck en *El sueño de una noche de verano*, que se encaprichan locamente de la primera persona que ven justo cuando acaban de despertar. Las madres parecen avanzar desde una fría evaluación del niño y cuáles son sus perspectivas actuales, hacia una apreciación del pequeño como un individuo único y maravilloso transcurridas tan sólo unas pocas semanas después del nacimiento y una gradual profundización en el amor durante los años siguientes^[24].

El pequeño es una parte interesada que lucha por sus intereses con la única arma de que dispone: la astucia. Los recién nacidos reaccionan de forma precoz a sus madres; sonrían, establecen contacto visual con ella, responden a las palabras de sus madres e incluso imitan sus expresiones faciales. Estos avisos de que hay un sistema nervioso en funcionamiento pueden ablandar el corazón de una madre e inclinar la

balanza en la decisión de cuidar del bebé. El etólogo Konrad Lorenz señaló que la geometría de los bebés —una cabeza alargada, un cráneo protuberante, ojos grandes en el rostro, mejillas rechonchas y extremidades cortas— suscita ternura y afecto. Esta geometría resulta del proceso en el que se ha formado el bebé. La cabeza crece más deprisa en el útero, y el otro extremo se desarrolla después del nacimiento; los bebés desarrollan el cerebro y los ojos en el interior de la madre. Lorenz, además, demostró que los animales que presentaban esa simetría, como los patos y los conejos, solían parecerles lindos a la gente. En su ensayo «A Biological Homage to Mickey Mouse», Stephen Jay Gould demostraba que los dibujantes explotan esta geometría para hacer que sus personajes animados sean más atractivos. No resulta descabellado pensar que los genes también sacan partido de ella, al exagerar los rasgos juveniles de un recién nacido, en especial, aquellos que indican un buen estado de salud, para hacer que parezca más hermoso a los ojos de su madre^[25].

Una vez que el pequeño puede vivir, la batalla entre las generaciones continúa. ¿Cómo puede un hijo defenderse en la batalla? Tal como señala Trivers, los recién nacidos no pueden tumbar a sus madres en el suelo y alimentarse a voluntad; tienen que utilizar tácticas psicológicas. Un bebé tiene que manipular la preocupación auténtica que sus padres sienten por su bienestar para inducirles a darle más de lo que, de otro modo, estarían dispuestos a darle. Dado que los padres pueden aprender a no hacer caso de los berrinches del niño, las tácticas tienen que ser más insidiosas. Un niño sabe cuál es su propio estado mejor que su padre o su madre, por la sencilla razón de que el cerebro del niño está unido a sensores que se hallan distribuidos por todo su cuerpo. Tanto los padres como el pequeño tienen interés en que éstos respondan a las necesidades del pequeño, ya sea alimentándole cuando tenga hambre o abrazándole cuando tenga frío. Esto da pie a que el pequeño atraiga mayor atención de la que en principio se estaba dispuesto a dispensarle. El bebé puede llorar cuando no tiene hambre o no siente frío, puede sonreír hasta salirse con la suya. El bebé no necesita fingir en el sentido literal de la palabra. Dado que los padres pueden desarrollar el modo de reconocer el llanto fingido, la táctica más efectiva del bebé sería hacerse sentir auténticamente mal, aun cuando no hubiera necesidad de ello; es decir, el autoengaño puede que empiece en una fase muy temprana.

El niño puede así mismo recurrir a la extorsión cuando, por ejemplo, se pone a llorar de noche o monta una rabieta en público, situaciones en las que los padres son reticentes a dejar que el ruido continúe y son propensos a capitular. Peor aún, el interés de los padres por el bienestar de sus hijos permite que éstos se conviertan en rehenes de sí mismos, pongamos por caso, montando una rabieta violenta o negándose a hacer algo que ambas partes saben que al niño le gustaría. Thomas Schelling señala que los hijos se hallan en una posición excelente para utilizar tácticas paradójicas (**capítulo 6**). Pueden taparse los oídos, berrear, rehuir la mirada de los padres o retroceder, acciones todas ellas que les impiden tomar nota o

comprender las amenazas de sus padres. Tenemos así la evolución del niño mimado^[26].



La teoría del conflicto entre padres e hijos es una alternativa a dos ideas populares. Una es el complejo de Edipo desarrollado por Freud, es decir, la hipótesis de que los muchachos tienen un deseo inconsciente de acostarse con sus madres y matar a sus padres, y por tanto tienen miedo de que sus padres les castren. (De forma semejante, en el complejo de Electra, las niñas pequeñas desean acostarse con sus padres). En realidad, hay un hecho que debe ser explicado. En todas las culturas, los niños son a veces posesivos con sus madres y fríos con el esposo de su madre. El conflicto entre padres e hijos ofrece una explicación clara. El interés que papá tiene por mamá distrae la atención que ésta dispensa al niño y, lo que aún es peor, supone la amenaza de crear un hermanito o una hermanita. Puede muy bien darse el caso de que los niños hayan desarrollado tácticas para posponer ese triste día logrando, por ejemplo, que el interés de su madre por las relaciones sexuales disminuya y mantenga alejado al padre del niño. Sería, en este sentido, una extensión clara del conflicto del destete. La teoría explica la razón por la cual los llamados sentimientos edípicos son tan comunes en las niñas como en los niños, y evita la idea extravagante de que los niños pequeños quieren copular con sus madres.

Daly y Wilson, que fueron quienes propusieron esta explicación alternativa, creían que el error de Freud consistió en juntar dos tipos diferentes de conflicto entre padres e hijos. Los niños pequeños están en conflicto con su padre para tener acceso a su madre, pero no es una rivalidad sexual. Un niño mayor puede tener un conflicto sexual con sus padres, sobre todo con su padre, pero no se trata de una rivalidad a causa de su madre. En muchas sociedades los padres compiten con sus hijos en la búsqueda de pareja sexual, de forma explícita o implícita. En las sociedades poligámicas, donde un hombre puede tener varias esposas, pueden acabar compitiendo, en el sentido literal del término, por las mismas mujeres. Y en casi todas las sociedades, poligámicas o monogámicas, un padre tiene que subvencionar a su hijo la búsqueda de una esposa a costa de sus demás hijos o sus propias aspiraciones. El hijo puede mostrarse impaciente en relación al momento en que su padre comenzará a desviar fondos hacia él; un padre aún fuerte es un impedimento que se interpone en su carrera. Los filicidios y los parricidios en la mayor parte del mundo están desencadenados por una forma de competición de este tipo^[27].

Los padres, además, acuerdan los matrimonios, lo cual es una forma educada de decir que venden o comercian con sus hijos. En este ámbito también los intereses pueden entrar en conflicto. Los padres pueden llegar a acuerdos globales en los que un hijo consigue un buen partido y otro sale perdiendo. En las sociedades poligámicas, un padre cambia a sus hijas por esposas que son para él. Tanto si una

hija es cambiada por una nuera como por una esposa, el valor que tiene depende de su virginidad: los hombres no quieren casarse con una mujer que pudiera llevar en su vientre la semilla de otro hombre. (El control de la natalidad eficiente es un avance moderno y dista mucho de ser universal). En consecuencia, los padres tienen interés en la sexualidad de sus hijas, un mimetismo del complejo de Electra, pero sin que ninguna de las partes desee a la otra. En muchas sociedades los hombres adoptan medidas espantosas para garantizar la «pureza» de sus hijas. Pueden encerrarlas, vestirlas de modo que vayan tapadas de la cabeza a los pies y extirpar su interés por el sexo llevando a cabo la infame práctica conocida como «ablación del clítoris» o eufemísticamente como «circuncisión femenina». Cuando las medidas adoptadas fracasan, pueden llegar a ejecutar a una hija que no ha sido casta con el fin de preservar lo que denominan, irónicamente, el «honor» de la familia. (En 1977, una princesa saudí fue lapidada públicamente hasta morir por haber traído el deshonor a la casa de su abuelo, hermano del rey, al tener un indiscreto amorío en Londres). El conflicto entre padres e hijas es un caso especial del conflicto sobre la «propiedad» de la sexualidad femenina, un tema sobre el cual volveremos más adelante^[28].



La otra teoría popular que subvierte el conflicto entre padres e hijos es la distinción entre biología y cultura, según la cual los bebés son un manojo de instintos incivilizados que los padres se encargan de socializar como miembros competentes y bien adaptados a la sociedad. La personalidad, en esta creencia convencional, está moldeada en los años de formación por el proceso de parentesco. Tanto los padres como los hijos se empeñan en que los hijos prosperen en el medio social y, dado que los niños no se hallan en condiciones de moldearse a sí mismos, la socialización representa una convergencia de sus intereses.

Trivers razonaba, según la teoría del conflicto entre padres e hijos, que no es necesario que en el fondo los padres tengan en cuenta los intereses de sus hijos cuando intentan socializarlos. Dado que como padres a menudo actúan contra sus propios intereses, puede que intenten *formar* al niño para que actúe contra sus *propios* intereses. Los padres quieren que cada uno de sus hijos actúe de forma más altruista con respecto a sus hermanos de lo que el propio hijo quiere. Es así porque a los padres les va bien que el hijo sea altruista siempre que el provecho para un hermano o una hermana supere el coste que supone para el hijo serlo, pero al hijo le sale a cuenta ser altruista sólo si el beneficio supera dos veces al coste. En el caso de parientes más lejanos, como hermanastros y primos, la diferencia entre los intereses del padre y los del hijo es aún mayor, ya que los padres están más estrechamente relacionados con el hermanastro o el primo de lo que lo está el hijo. De forma análoga, los padres intentan persuadir a los hijos para que se queden en casa y ayuden en el hogar, permitiendo ser vendidos en matrimonio, y otras consecuencias que siendo buenas

para el padre (y, por tanto, para los hermanos del hijo que todavía no han nacido) son de hecho buenas también para el hijo. Al igual que sucede en todos los ámbitos del conflicto, los padres pueden recurrir al engaño y, dado que los hijos no son tontos, al autoengaño. Por tanto, aun en el caso de que los hijos consientan de momento en las recompensas, los castigos, los ejemplos y las exhortaciones de un padre porque son pequeños y no tienen otra opción, según esta teoría no deben permitir que sus personalidades sean moldeadas por estas tácticas^[29].

Con esta predicción, Trivers quedaba en una situación precaria. La idea de que los padres moldean a sus hijos está tan enraizada, que la mayoría de personas ni tan sólo se da cuenta de que es una hipótesis comprobable y no una verdad axiomática. La hipótesis ha sido hoy en día verificada, y el resultado es uno de los más sorprendentes de toda la historia de la psicología.

Las personalidades difieren como mínimo en cinco aspectos principales: en si una persona es sociable o reservada (extraversión-introversión); en si una persona se preocupa de forma constante o es tranquila y autosuficiente (neurotismo-estabilidad); en si una persona es cortés y confiada o es grosera y recelosa (agradabilidad-antagonismo); en si una persona es cuidadosa o irreflexiva (escrupulosidad-desorientación); y en si una persona es atrevida o conformista (franca-falsa). ¿De dónde provienen estos rasgos? Si son genéticos, los gemelos idénticos los compartirán, aun cuando sean separados y criados en dos hogares distintos tras su nacimiento; y los hermanos biológicos los compartirán más que los hermanos adoptivos. Si son un producto de la socialización llevada a cabo por los padres, los hermanos adoptivos los compartirán, y los gemelos y los hermanos biológicos los compartirán en mayor medida cuando se críen en el mismo hogar que si son criados en hogares distintos. Docenas de estudios han verificado este tipo de predicciones en miles de personas y en muchos países. Los estudios han examinado no sólo estos rasgos de personalidad, sino consecuencias reales en la vida como son el divorcio y el alcoholismo. Los resultados son claros y reproducibles, y contienen dos sorpresas desagradables.

La primera se ha hecho muy conocida. Gran parte de la variación en la personalidad —un cincuenta por ciento— tiene causas genéticas. Los gemelos idénticos separados cuando nacen son similares; los hermanos biológicos que crecen juntos son más semejantes que los hermanos adoptados. Esto significa que el otro cincuenta por ciento tiene que derivar de los padres y el hogar, ¿no es así? No. El hecho de ser criado en una casa y no en otra da cuenta, a lo sumo, de un *cinco por ciento* de las diferencias en la personalidad de los individuos. Los gemelos idénticos separados cuando nacen no sólo son similares, son prácticamente tan similares como gemelos idénticos que se han criado juntos. Los hermanos adoptivos que han crecido en la misma casa no sólo son diferentes, son tan diferentes como dos niños escogidos al azar entre la población. La mayor influencia que los padres tienen sobre sus hijos se da en el momento de la concepción^[30].

(Me apresuro a añadir que los padres carecen de importancia sólo cuando se trata de *diferencias* entre ellos y diferencias entre sus hijos crecidos. Cualquier cosa que *todos* los padres normales hagan y afecte a todos sus hijos no se mide en estos estudios. Los niños pequeños sin duda necesitan amor, protección y tutela por parte de un padre sano. Tal como la psicóloga Judith Harris señala, los estudios sugieren sólo que los niños se convertirían en el mismo tipo de adultos aunque se les deje en sus casas y medios sociales, y se cambiaran los padres)^[31].

Nadie sabe de dónde proviene el otro cuarenta y cinco por ciento de la variación. Tal vez quepa considerar que la personalidad es moldeada por acontecimientos únicos que afectan al cerebro en crecimiento: ¿de qué modo el feto se halla en el útero?, ¿cuánta sangre materna se le dirige?, ¿de qué modo salió al nacer?, ¿cayó de cabeza o contrajo determinados virus en los primeros años de vida? Quizá la personalidad se moldea mediante experiencias únicas, como ser atrapado por un perro o ser objeto de un acto de bondad por parte del educador. Tal vez los rasgos que definen la personalidad de los padres y aquellos que definen las de los hijos interactúan de formas complicadas, de modo que dos niños que crezcan con los mismos padres, en realidad tienen medios diferentes. Un tipo de padre quizá gratifique a un hijo díscolo y sancione a uno dócil; otro tipo de padre puede hacer justo lo contrario. No hay pruebas aceptables para este tipo de escenarios y, en mi opinión, hay otros dos que son más plausibles, ambos consideran la personalidad como una adaptación que se enraíza en la divergencia de intereses entre padres e hijos. Uno es el plan de batalla que se prepara para competir con sus hermanos, del cual hablaré en el siguiente epígrafe. El otro es el plan de batalla que el hijo prepara para competir en su grupo de compañeros.

Judith Harris ha reunido pruebas de que los niños en todas partes son socializados por su grupo de compañeros, no por sus padres^[32]. En todas las edades los niños se unen a grupos de niños que juegan, a círculos, a bandas, pandillas, camarillas y tertulias, donde maniobran para conseguir cierta relevancia en ellos. Cada uno es una cultura que absorbe ciertas costumbres del exterior y genera muchas de las que le son propias. La herencia cultural de los hijos —las reglas de Ringolevio, la melodía y la letra de la canción que define al grupo, la creencia de que si se mata a alguien se deberá pagar desde un punto de vista legal por esa cruz— ha ido pasando de un niño a otro, a veces a lo largo de miles de años. A medida que los niños crecen, pasan de un grupo a otro y, finalmente, se unen a grupos de adultos. El prestigio adquirido en un nivel permite pasar al siguiente, y lo que es aún más significativo, los cabecillas de las camarillas de adolescentes son los primeros en tener novias^[33]. En todas las edades, los niños se ven empujados a averiguar qué lleva a tener éxito entre sus compañeros y a dar prioridad a estas estrategias sobre cualquier otra cosa que sus padres les puedan imponer. Los padres cansados saben que no pueden competir con los compañeros de un hijo, y se obsesionan rectamente en buscar el mejor vecindario donde criar a sus hijos. Muchas personas que han llegado a tener éxito emigraron a

Estados Unidos cuando eran niños y no se vieron perjudicados en lo más mínimo porque sus padres, desde un punto de vista cultural, fuesen incompetentes y no aprendieran el idioma o las costumbres del nuevo país. En mi calidad de investigador del desarrollo del lenguaje, siempre me ha sorprendido el modo en que los niños aprenden rápidamente la lengua (sobre todo, el acento) de sus compañeros, aunque pasan más tiempo con sus padres.

¿Por qué los niños no son como masilla en manos de sus padres? Como Trivers y Harris, me inclino a sospechar que la razón se encuentra en que los intereses genéticos de los hijos se superponen sólo en parte a los de sus padres. De sus padres, los niños toman la protección y las calorías que necesitan, porque sus padres son los únicos que quieren dárselas, pero la información la obtienen de las mejores fuentes que pueden encontrar y forjan sus estrategias para tratar por sí mismos con la vida. Sus propios padres puede que no sean ni los adultos más sabios ni más prudentes y, lo que aún es peor, las reglas que valen en casa a menudo van en contra de los niños y en favor de sus hermanos nacidos después o por nacer. Y en la medida en que se trata de reproducción, el hogar es un callejón sin salida. El niño tendrá que competir para encontrar compañeros, y antes de ello, por conseguir el prestigio necesario para encontrarlos y conservarlos en otros ámbitos donde operan reglas distintas. Y más vale que el niño las domine.



El conflicto de intereses entre padres e hijos pasa desapercibido en nuestro discurso público acerca de los niños. En la mayoría de las veces y lugares, los padres han tenido la ventaja y han ejercido su poder como crueles tiranos. En el siglo xx se han vuelto las tornas. Los expertos en el bienestar de los hijos han inundado las librerías con manuales sobre paternidad, y el poder político, con consejos sobre la educación. Todos los políticos se proclaman amigos de los niños y a sus rivales los caracterizan como sus enemigos. Los manuales sobre educación de los niños solían aconsejar a las madres sobre el modo de llevar a cabo la delicada tarea diaria. Con el doctor Spock, toda la atención se focalizó en el niño, y la madre se convirtió en una no-persona, que estaba allí sólo para crear la salud mental en el niño y llevarse las culpas si el niño salía mal.

La revolución del bienestar infantil fue uno de los grandes movimientos de liberación de todas las épocas, pero al igual que sucede en todos los reajustes de poder, puede ir demasiado lejos. Las feministas críticas de lo social han sostenido que los intereses de las madres han sido borrados por los gurús de la pediatría y la puericultura. Al hablar de su libro *The Myths of the Motherhood*, Shari Thurer señala:

El mito que más arraigado se halla es la negación de la ambivalencia maternal: que las madres en realidad quieren y odian a sus hijos. Existe un silencio real acerca de los sentimientos ambivalentes... equivale a ser una mala madre. [En la práctica clínica] la furia y la rabia son cosas normales. Los hijos

exigen sin parar y acaban por dejar a la madre exhausta. Las mujeres no deben tener que sentirse como si tuvieran que satisfacer todas las necesidades de un hijo. Pero el mito afirma que el amor maternal es algo natural y operativo en cualquier circunstancia^[34].

Los defensores de los derechos de la madre sienten a menudo que deben enmarcar sus argumentos en términos de los intereses del niño (una madre sobrecargada es una mala madre) y no en términos de los intereses de la madre (una madre sobrecargada es desgraciada).

Los críticos sociales más conservadores han empezado también a señalar que los intereses de padres e hijos pueden ser divergentes. Barbara Dafoe Whitehead ha examinado datos que mostraban cómo la educación sexual no logra cumplir la función de reducir el embarazo entre las adolescentes, como cabía suponer en razón de su publicidad. Las adolescentes de hoy lo saben todo acerca del sexo y sus peligros, pero acaban de todas formas embarazadas, posiblemente porque no les preocupa la idea de tener bebés. Si a los padres de los adolescentes les preocupara la idea, puede que hicieran cumplir sus intereses controlando a los adolescentes (haciendo de carabinas o haciéndoles llegar pronto a casa), y no limitándose a educarlos^[35].

Si hago mención de estos debates no es para alinearme con uno de los bandos, sino para llamar la atención acerca del largo alcance que tiene el conflicto entre padres e hijos. El pensamiento evolucionista suele ser reprimido como un «enfoque reduccionista» que ambiciona redefinir todas las cuestiones sociales y políticas como problemas técnicos de biología. La crítica tiene su historia. El discurso sin connotaciones evolucionistas que ha predominado durante décadas ha tratado el cuidado y educación de los hijos como un problema tecnológico consistente en determinar qué prácticas sirven para criar a los mejores hijos. La intuición de Trivers es que las decisiones acerca del cuidado de los hijos tratan de forma inherente acerca de qué modo asignar un recurso escaso —el tiempo y el esfuerzo de los padres— reivindicado legítimamente por diversas partes. Como tal, el cuidado de los hijos siempre formará parte de una pregunta ética y política, y no se limitará nunca a ser psicológica o biológica.

Hermanos y hermanas

Desde que Caín mató a Abel, los hermanos se han visto enredados por muchas emociones. Como las personas de una misma generación que se conocen bien, reaccionan unos a otros como individuos: se pueden gustar o detestar, competir si son del mismo sexo o sentir atracción sexual uno por otro si no lo son. Como parientes íntimos, sienten una gran dosis extra de afecto y solidaridad. Pero si bien comparten el cincuenta por ciento de sus genes entre sí, cada hermano comparte el cien por cien

de sus genes consigo mismo, de modo que el amor de hermano o de hermana tiene sus propios límites. Al ser hijos de los mismos padres, los hermanos rivalizan por conseguir la inversión de tiempo y esfuerzo de sus padres, desde que son destetados hasta que asisten a la lectura del testamento. Y aunque la superposición genética hace que un par de hermanos sean aliados naturales, también les hace ser parientes contra natura, y es esta alquimia genética la que atempera sus afectos sexuales.

Si diésemos nacimiento a una única camada de n -crías intercambiables, el conflicto entre padres e hijos sería una pura lucha entre hermanos, en la cual cada uno de los cuales exigiría más de lo que le corresponde. Pero todos los hijos son diferentes, aunque no sea más que por la simple razón de haber nacido en momentos diferentes. Puede que los padres no quieran invertir una enésima parte de su energía en cada uno del enésimo número de hijos, pero puede que, como los corredores de bolsa, intenten distinguir entre ganadores y perdedores e invertir de forma acorde. Las decisiones que afectan la inversión no son previsiones conscientes del número de nietos que esperan de cada hijo, sino respuestas emocionales que fueron afinadas por selección natural para tener resultados que maximicen ese número en el entorno en el cual históricamente evolucionamos. Si bien los padres lúcidos evitan en gran medida tener favoritos, no siempre lo consiguen. En un estudio realizado, claramente dos tercios de las madres británicas y norteamericanas encuestadas confesaron querer más a uno de sus hijos^[36].

¿De qué modo los padres toman la «decisión de Sophie» y sacrifican un hijo cuando las circunstancias lo exigen, como hacía el personaje de la novela de William Styron? La teoría evolutiva predice que el principal criterio será la edad. La infancia es un campo minado, y cuanto mayor es un hijo, más suerte tendrá un padre de verlo con vida, y más irremplazable es el hijo como una fuente esperable de nietos, directamente hasta la madurez sexual. (A partir de entonces, los años reproductivos empiezan a consumirse y el número de descendientes esperados del hijo mengua). Por ejemplo, las tablas actuariales muestran que un niño de cuatro años en una sociedad de cazadores y recolectores dará, por término medio, a un padre 1,4 veces tantos nietos como un recién nacido; un niño de ocho años 1,5 y uno de doce 1,7. De este modo, si los padres ya tienen un hijo cuando otro nace y no pueden alimentar a los dos, sacrificarán al recién nacido. En sociedades no humanas, los padres sacrifican de hecho un hijo mayor cuando nace otro más joven en las mismas condiciones. En nuestra sociedad, en cambio, la posibilidad de que un padre mate a uno de sus hijos disminuye de forma constante con la edad del hijo, sobre todo, durante el primer año de vida, el más vulnerable. Cuando se les pide a los padres que imaginen la pérdida de un hijo, dicen que sentirían más dolor si el hijo fuera mayor, hasta la adolescencia. El ascenso y caída del dolor anticipado están correlacionados casi a la perfección con las expectativas de vida de los niños en comunidades de cazadores-recolectores^[37].

Por otro lado, un hijo más joven, al estar más desamparado, aprovecha más la ayuda diaria de un padre. Los padres informan que tienen sentimientos más tiernos hacia sus hijos más pequeños, aunque parecen valorar más a los mayores. Los cálculos empiezan a cambiar cuando los padres se hacen mayores y un nuevo hijo es probable que sea el último que tengan. No hay nada que conservar, y el recién nacido de la familia probablemente será un consentido. Los padres así mismo favorecen a los hijos que cabría denominar, de un modo insensible, las mejores inversiones: más vigorosos, con mejor aspecto físico, con más talento.

Dado que los padres son propensos a tener predilectos, los hijos deben ser seleccionados para manipular las decisiones de inversión de sus padres en beneficio propio. Los hijos se muestran exquisitamente sensibles en relación al favoritismo, prolongándose a través de la edad adulta y después de las muertes de sus progenitores. Calcularán cómo sacar el mejor partido de la mano de cartas que la naturaleza les ha repartido y de la dinámica de la partida de póquer en la que nacieron. El historiador Frank Sulloway ha sostenido que el esquivo componente no genético de la personalidad es un conjunto de estrategias que permiten competir con los hermanos para captar la inversión de los progenitores, y que tal es la razón por la cual los hijos de una misma familia son tan diferentes. Cada hijo desarrolla una ecología familiar diferente y formaliza un plan distinto para salir vivo de la infancia. (La idea de Sulloway es una alternativa a la proposición de Harris según la cual la personalidad es una estrategia para enfrentarse con grupos de compañeros, aunque ambos podrían estar en lo cierto).

Al primogénito se le han pronosticado varias ventajas. El primogénito, simplemente por haber sobrevivido hasta la edad que tiene en un momento dado, es más valioso para los padres y, por supuesto, es mayor, más fuerte y más sabio y lo será en lo sucesivo mientras el más joven sea niño. Al haber llevado la batuta durante un año o más, el primogénito considera al recién nacido un usurpador. Por tanto, se identificará con sus padres, que han alineado sus intereses con los suyos y se resistirá a los cambios en un *statu quo* que siempre le ha sido favorable. Aprenderá así mismo el mejor modo de esgrimir el poder que el destino le ha concedido. En resumen, un primogénito será conservador y peleón. El segundo hijo debe enfrentarse a un mundo en el que se halla este obsequioso sargento. Dado que no puede abrirse camino con gamberrismo y adulación, tiene que cultivar las estrategias opuestas. Debe convertirse en un individuo apaciguador y cooperante. Y al haber mucho menos en juego del *statu quo*, debe mostrarse receptivo al cambio. (Estas dinámicas dependen también, de los componentes innatos de las personalidades de los hermanos y de su sexo, tamaño y espaciamento; nuestra distancia recorrida puede variar).

Los hijos nacidos más tarde tienen que ser flexibles por otra razón. Los padres invierten en los hijos que prometen tener más éxito en el mundo. El primogénito ha arriesgado ya una pretensión en cuanto a las habilidades personales y técnicas en las que es mejor. El que ha nacido después no tiene nada que hacer en esta mesa de

juego; cualquier éxito que se cosechara se conseguiría a costa del hermano mayor y más experimentado, y éste forzaría a sus padres a escoger un ganador, teniendo el nacido en segundo lugar las perspectivas más desalentadoras. En cambio, debe encontrar un nicho diferente en el que destacar. Esta opción da a sus padres, además, la oportunidad de diversificar sus inversiones, porque el segundo complementa las habilidades del hermano primogénito en la competición que se realiza fuera del ámbito familiar. Los hermanos en una familia exageran sus diferencias por la misma razón que las especies en un ecosistema evolucionan en formas diferentes: cada nicho sólo sostiene a un único ocupante.

La terapia familiar ha discutido estas dinámicas durante décadas, pero ¿hay pruebas sólidas de su existencia? Sulloway analizó los datos tomados a partir de 120.000 personas en el marco de 196 estudios adecuadamente supervisados acerca del orden de nacimiento y la personalidad. Tal como había predicho, los primogénitos eran menos abiertos (más conformistas, tradicionales y se identificaban íntimamente con sus padres), más escrupulosos (más responsables, orientados al logro, serios y organizados), más antagónicos (menos agradables, accesibles, populares y tolerantes) y más neuróticos (menos adaptados, más ansiosos). Son así mismo más extrovertidos (más positivos, más líderes), aunque las pruebas son nebulosas dado que son más serios, lo cual les hace ser más introvertidos.

La política familiar afecta no sólo a aquello que las personas afirman en pruebas hechas con lápiz y papel, sino al modo en que actúan en el mundo cuando hay cosas más importantes en juego. Sulloway analizó datos biográficos procedentes de 3.894 científicos que habían expresado opiniones sobre las revoluciones científicas radicales (como la revolución copernicana y el darwinismo), 893 miembros de la Convención Nacional en la Francia del Terror (1793-1794), más de setecientos protagonistas de la Reforma Protestante y los líderes de sesenta y dos movimientos de reforma norteamericanos como, por ejemplo, el movimiento abolicionista de la esclavitud. En cada una de estas reorganizaciones, los nacidos después eran más proclives a apoyar la revolución, siendo los primogénitos más propensos a ser reaccionarios. Los efectos no son subproductos del tamaño de la familia, las actitudes familiares, la clase social y otros factores desconcertantes. Cuando la teoría evolutiva fue propuesta inicialmente y era aún incendiáramos hijos no primogénitos eran *diez veces* más propensos a apoyarla que los primogénitos. Otras supuestas causas de radicalismo, como la nacionalidad y la clase social a la que pertenecían, tenían sólo efectos menores. (El propio Darwin, recuérdese, era de clase alta pero no era primogénito). Los científicos que no eran primogénitos estaban también menos especializados, y habían cultivado un mayor número de campos científicos^[38].

Si la personalidad es una adaptación, ¿por qué las personas en la madurez ponen en práctica estrategias que les sirvieron en el cuarto de juegos? Una posibilidad es que los hermanos no acaban nunca de escapar por completo a la órbita de sus padres, sino que compiten durante toda su vida. Sin duda es algo cierto en las sociedades

tradicionales, incluyendo en ellas a los grupos de cazadores-recolectores. Otra respuesta es que tácticas como, por ejemplo, el positivismo y el conservadurismo son habilidades como otras. A medida que un joven invierte cada vez más en pulirlas, cada vez aborrece más redibujar la curva de aprendizaje y cultivar nuevas estrategias para tratar con las personas.

El descubrimiento de que los niños criados en la misma familia no son más similares de lo que serían si se hubieran criado en planetas distintos, demuestra la precaria comprensión que tenemos del desarrollo de la personalidad. Todo cuanto sabemos es que las ideas abrigadas acerca de la influencia de los padres son equivocadas. Las hipótesis más prometedoras, sospecho, procederán del reconocimiento que la infancia es una selva, y que el primer problema con el cual se enfrentan los niños en su vida consiste en saber cómo hacer valer su influencia entre sus hermanos y compañeros.



La relación entre un hermano y una hermana tiene una peculiaridad añadida: uno es varón y la otra hembra, y estos rasgos son los ingredientes de una relación sexual. Las personas tienen relaciones sexuales y se casan con aquellos que más interactúan (sus compañeros de trabajo, la chica o el chico de la puerta de al lado) y las personas a las que más se parecen (los de la misma clase, religión, raza y aspecto físico)^[39]. Las fuerzas de la atracción sexual deberían impulsar a los hermanos uno hacia el otro como imanes. Aun cuando la familiaridad produce cierto menosprecio, y sólo una pequeñísima fracción de hermanos se llevan bien, habrá millones de hermanos y hermanas que desean tener relaciones sexuales y casarse. En la práctica no hay ninguno. No los hay en nuestra sociedad ni en ninguna de las sociedades humanas bien documentadas, ni entre la mayoría de animales en la naturaleza. (Los niños púberes a veces participan en un juego sexual, pero de lo que hablamos aquí es de relaciones sexuales reales entre hermanos maduros).

¿Los hermanos y las hermanas evitan copular porque sus padres les disuaden de hacerlo? Casi con toda seguridad no. Los padres intentan socializar a sus hijos para que se muestren más y no menos afectivos uno con otro («¡Vamos, dale un beso a tu hermana!»). Y si en realidad les disuadieran de tener relaciones sexuales, sería el único caso en toda la experiencia humana en que una prohibición de tipo sexual funcionaría. Los hermanos y las hermanas adolescentes no se escabullen y se citan en los parques ni se abrazan en los asientos posteriores de los coches.

El tabú del incesto —una prohibición pública de tener relaciones sexuales o casarse entre parientes íntimos— ha sido una obsesión de la antropología durante un siglo, pero no explica lo que separa a los hermanos. Eludir el incesto es una práctica universal y, en cambio, los tabúes contra el incesto no lo son. Además, casi todos los tabúes del incesto no tratan del sexo en el interior de la familia nuclear. Algunos de

estos tabúes tratan de las relaciones sexuales con parientes ficticios y simplemente refuerzan la celotipia sexual. Por ejemplo, los varones polígamos pueden aprobar leyes que mantengan apartados a sus hijos de sus esposas más jóvenes, en este caso y por decirlo desde un punto de vista oficial, los hijos de las «madrastas». Tal como vimos, casi todos los tabúes prohíben el matrimonio (no las relaciones sexuales) entre parientes más lejanos, como primos, y son ardidés que los soberanos utilizan para evitar que la riqueza se acumule en familias rivales. A veces las relaciones sexuales entre los miembros de una familia caen bajo el paraguas de códigos más generales destinados a prohibir el incesto, pero en ninguna parte se trata del objetivo prioritario al que apuntan estas prohibiciones^[40].

Sucede que, simplemente, los hermanos y las hermanas no encuentran al otro una pareja sexual atractiva. Se trata de un eufemismo [*understatement*]: el mero pensamiento de tener relaciones sexuales les hace sentirse muy incómodos o les llena de aversión. (Los niños que crecen sin hermanos del sexo opuesto, no entienden la emoción). Freud afirmaba que la existencia de una emoción tan fuerte es en sí misma una prueba de la existencia de un deseo inconsciente, sobre todo cuando un varón afirma sentir repulsión ante el mero pensamiento de tener un coito con su madre. Si aceptáramos este razonamiento, podríamos concluir, por ejemplo, que los seres humanos tenemos un deseo inconsciente de comer las heces de perro o clavar agujas en los ojos de los perros.

La aversión a tener relaciones sexuales con un hermano del sexo opuesto es tan fuerte en los seres humanos y otros vertebrados dotados de movilidad y longevos, que resulta ser una buena candidata a una adaptación. La función sería evitar los costes de la endogamia, es decir, la reducción que podría producirse en la aptitud de los hijos. Hay un poso de verdad biológica en la creencia popular de que el incesto «espesa la sangre» y en los estereotipos con que se suele caracterizar a los hijos deficientes mentales de uniones incestuosas y a los hijos tontos de las dinastías reales. Las mutaciones perniciosas no paran de gotear en la reserva genética. Si bien algunas son dominantes, lisian a quienes son sus portadores y pronto son excluidas; otras, en cambio, son recesivas y no perjudican hasta que arraigan lo suficiente en la población y se encuentran con copias de sí mismas cuando dos portadores se emparejan. Dado que los parientes íntimos comparten genes, si se aparean corren un riesgo mucho mayor de que dos copias de un gen recesivo perjudicial se emparejen en sus hijos. Dado que todos nosotros somos portadores del equivalente de uno o dos genes recesivos letales, cuando un hermano y una hermana se aparean resulta bastante probable que tengan una descendencia afectada desfavorablemente, algo que es cierto tanto desde el punto de vista teórico como en los estudios llevados a cabo para calibrar los riesgos. Lo mismo cabe decir de los emparejamientos madre-hijo y padre-hija (y, en menor grado, de los que se dan entre parientes más lejanos). Resulta evidente que los seres humanos (y muchos otros animales) han desarrollado una

emoción que hace desviar el pensamiento de tener relaciones sexuales con un miembro de la familia^[41].

La acción de evitar el incesto expone como en una vitrina el complicado programa de ingeniería que se halla detrás de las emociones que tenemos por otras personas. Sentimos vínculos de afecto más fuertes por los miembros de la familia que por los simples conocidos o los meros extraños. De forma clara, percibimos el atractivo sexual de los miembros de la familia e incluso sentimos placer cuando lo contemplamos. Pero el afecto y la apreciación de la belleza no se traducen en un deseo de copular, ya que si las mismas emociones hubiesen sido suscitadas por una persona con la que no estuviéramos emparentados, la perentoriedad de las mismas podría ser irresistible. El modo en que un simple fragmento de conocimiento convierte un gran deseo lascivo en horror ha sido utilizado para conceder un gran efecto dramático a docenas de tramas que, tal como Polti las clasifica, son «involuntarios crímenes de amor», de los que la tragedia *Edipo Rey* de Sófocles es, tal vez, la más célebre.

La acción de evitar el incesto presenta dos peculiaridades. Una es que las diferentes posibilidades de copulación en el interior de la familia tienen costes y beneficios genéticos diferentes, tanto para los que participan como para los que son meros testigos. Cabría esperar que la aversión sexual estuviera ajustada en conformidad con ello. Tanto para los varones como para las hembras, el beneficio de tener un hijo con un miembro inmediato de la familia es que el hijo tiene el setenta y cinco por ciento de los genes de cada padre, en lugar del mero cincuenta por ciento (el veinticinco por ciento adicional proviene de los genes compartidos por los padres en virtud de su parentesco, porcentaje que luego transmiten a su hijo). Los costes son el riesgo de tener un hijo deforme, así como la privación de la oportunidad de tener un hijo con alguien distinto. Además, los hijos siempre saben quién es su madre, pero no siempre están seguros de quién es su padre. Por estas dos razones, el incesto debe calcularse de forma separada para cada una de las posibles parejas en una familia^[42].

Ni la madre ni el hijo sacan provecho alguno de que la madre copule con el hijo frente a hacerlo con el padre del hijo, el cual podría compensar los riesgos genéticos. Y dado que, en general, los hombres no se sienten atraídos por mujeres lo bastante mayores para ser sus madres, el resultado neto es que el incesto madre-hijo prácticamente nunca se produce. En cuanto al incesto entre padres e hijas y entre hermanos y hermanas, los cálculos de los costes y beneficios tienen resultados diferentes según el punto de vista que se adopte. Una hipotética muchacha ancestral que quedara embarazada por tener relaciones sexuales con un hermano o un padre, quedaría imposibilitada de tener un hijo con una persona con la que no estuviera emparentada durante los nueve meses de la gestación o tuviera que ocuparse del recién nacido, durante otros dos o cuatro años. De este modo, aquella muchacha desperdiciaría una preciosa oportunidad reproductiva por tener un hijo que podría nacer deforme. En este sentido, el incesto será completamente repugnante. Pero, en

cambio, un varón que deja embarazada a una hermana o a su hija podría acrecentar el número de hijos que ha engendrado, porque el embarazo en su caso no excluye su capacidad de dejar embarazada a alguna otra mujer. Ciertamente hay un riesgo de que el niño nazca deforme, pero si no se cumple, el hijo es un dividendo completo (o dicho de forma más precisa, el dividendo lo forman la dosis extra de sus genes en ese hijo). La repugnancia al incesto sería entonces más débil para él, lo cual le permitiría cruzar la línea. En realidad, se trata de un caso especial de costes menores que la reproducción tiene para los varones y su deseo sexual menos discriminativo, tenia sobre el cual volveremos más adelante.

Un padre, además, nunca está totalmente seguro de que una hija es suya, de modo que el coste genético para él sería cero. Este hecho debilitaría la supresión del deseo aún más en comparación con el hermano, el cual está seguro de ser pariente de su hermana porque tienen en común la misma madre. En el caso de padrastros y hermanastros, no hay ningún tipo de coste genético. A tenor de ello, no es sorprendente que, entre la mitad y tres cuartos de los casos denunciados, el incesto se consume entre padrastros e hijastras, la mayoría, además, iniciados por el padrastro. Casi todos los restantes se producen entre padres e hijas, y prácticamente todos son forzados por el padre. Hay algunos casos de incesto entre muchachas y otros parientes varones de más edad, así mismo, en su mayoría forzados^[43]. Una madre no saca ningún beneficio genético del emparejamiento entre su marido y su hija (si se compara con el que le procura el emparejamiento de su hija con un yerno), pero sufre los costes de tener nietos tarados, de modo que sus intereses se alinean con los de su hija y será una fuerza que se opondrá al incesto. La explotación incestuosa de las muchachas sería mucho más habitual si sus madres no estuvieran presentes en la familia. Estas luchas son dirigidas por emociones fuertes, pero las emociones no constituyen una alternativa al análisis genético, ya que éste explica la razón por la cual existen. Y, ciertamente, ni en el ámbito de la ciencia ni en el del trabajo de investigación policial, el esfuerzo por averiguar el motivo de un crimen no es una apología para el crimen.

Los seres humanos no sienten de forma directa su imbricación genética con otra persona. Al igual que ocurre con el resto de la percepción, el cerebro tiene que combinar información procedente de los sentidos con suposiciones acerca del mundo y elaborar así una conjetura inteligente. En el **capítulo 4** demostrábamos que cuando el mundo no cumple las suposiciones, somos víctimas de una ilusión, y precisamente es lo que sucede en la percepción del parentesco. En el siglo XIX, el antropólogo Edward Westermarck conjeturaba que crecer en una relación íntima con una persona durante los primeros años de vida es la información esencial que el cerebro utiliza para colocar a esa persona en la categoría «hermano». De forma análoga, cuando un adulto cría a un niño, el adulto percibirá a ese niño como «hijo» o «hija», y la criatura percibirá al adulto como «madre» o «padre». Las clasificaciones, por tanto, anulan el deseo sexual.

Estos algoritmos presuponen un mundo en el que los hijos que se crían juntos son hermanos biológicos y viceversa. Esto es, sin duda, cierto en las tribus de cazadores-recolectores. Los hijos de una madre crecen con ella y, por lo general, también con su padre. Cuando la suposición es falsa, las personas serán víctimas de una ilusión de parentesco. Si se crían con una persona que no es un pariente, serán indiferentes o repelidos desde un punto de vista sexual. Si no se crían con una persona que sea pariente suyo, no serán repelidos. Bastará con que a alguien se le diga, con unas cuantas palabras, que su novio o novia es hermano o hermana suyo para matar el encaprichamiento romántico; pero, a buen seguro, un mecanismo inconsciente impreso y operativo durante un período crítico de la primera infancia es aún más poderoso.

Se han podido documentar ambos tipos de ilusiones. Las aldeas comunales israelíes, los kibbutz, fueron establecidas a principios del siglo xx por ideólogos utópicos determinados a descomponer la familia de tipo nuclear. Los niños y las niñas de la misma edad compartían alojamientos desde poco tiempo después de nacer ya lo largo de toda la adolescencia, y eran criados juntos por enfermeras y maestros. Cuando alcanzaban la madurez sexual, los niños que habían crecido juntos se casaban en muy contadas ocasiones o llegaban a tener relaciones sexuales entre ellos, aun cuando de hecho no se les disuadía de hacerlo. En algunas regiones de China, las novias solían mudarse a casa de sus suegros, dando lugar a fricciones que podemos imaginarnos bastante bien. Los padres tuvieron entonces la brillante idea de adoptar a una novia para su hijo cuando aquélla era aún niña, asegurando de este modo que siempre estaría dominada por su suegra. Aquello de lo que no se dieron cuenta fue que el arreglo concertado imitaba las normas psicológicas de la condición de hermana. A medida que la pareja crecía, cada uno encontraba al otro poco atractivo y, comparado con las parejas convencionales, sus matrimonios eran desgraciados, dominados por la infidelidad, infecundos y breves. En algunas zonas del Líbano, los primos paralelos por vía paterna crecen juntos como si fueran hermanos. Los padres presionan a los primos para que se casen, pero las parejas se muestran apáticas desde un punto de vista sexual, relativamente estériles y propensas al divorcio. Además, se ha descubierto que, en todos los continentes, las medidas de crianza no convencionales de los hijos obtienen el mismo resultado, y se han descartado varias explicaciones alternativas.

A la inversa, las personas que *de hecho* cometen incesto a menudo no se han criado juntas. Un estudio realizado en Chicago sobre una muestra de personas que habían cometido incesto entre hermanos, puso al descubierto que sólo quienes se habían criado por separado eran los que habían considerado el matrimonio. Los padres que abusan sexualmente de sus hijas tienden a haber pasado menos tiempo con ellas cuando eran pequeñas. Los padrastros que habían mantenido esa relación de contacto con sus hijastras cuando eran pequeñas como lo hacen los padres biológicos, no era probable que abusasen de ellas. Hay anécdotas de que los hijos adoptivos que

buscan a sus padres y hermanos biológicos a menudo experimentan cierta atracción sexual hacia ellos, aunque desconozco la existencia de estudios realizados con rigor sobre este aspecto^[44].

El efecto Westermarck explica a Edipo, el personaje más célebre de todos aquellos que han cometido incesto. El oráculo previno a Layo, rey de Tebas, que su hijo le mataría. Cuando Iocasta, su esposa, dio a luz a un hijo, Layo ató al niño y lo abandonó en una montaña. Edipo fue encontrado y criado por un pastor y, luego, adoptado por el rey de Corinto y educado como su hijo. En una visita a Delfos, Edipo supo por el oráculo que estaba destinado a matar a su padre y casarse con su madre. Edipo abandonó Corinto prometiéndose no regresar nunca. De camino a Tebas, se enfrentó con Layo y, en el transcurso del combate, le dio muerte. Creyendo haber burlado a la Esfinge, se hizo con el trono de Tebas y obtuvo la mano de la reina viuda, Iocasta, la madre biológica con la que no se había criado. Tuvieron cuatro hijos antes de que Edipo supiera la verdad.

Con todo, el triunfo definitivo de la teoría de Westermarck ha sido el señalado por John Tooby. La idea de que los niños quieren acostarse con sus madres sorprende a la mayoría de varones como lo más absurdo que nunca han escuchado. Ciertamente es que Freud no tenía la misma impresión, pues escribió que de niño había tenido una reacción erótica al contemplar cómo su madre se vestía. Pero tuvo un ama de leche y puede que no hubiera experimentado la temprana intimidad que habría dado la información de que la señora Freud era su madre. La teoría ha desfreudizado a Freud.

Hombres y mujeres

Hombres y mujeres. Mujeres y hombres. Nunca funcionará
Erica Jong

A veces, ciertamente, funciona. Un hombre y una mujer pueden enamorarse y el ingrediente esencial es una expresión de entrega, tal como tuvimos oportunidad de examinar en **el capítulo 6**. Un hombre y una mujer necesitan cada uno el ADN del otro, y de ahí que tengan relaciones sexuales. Un hombre y una mujer tienen un interés común por sus hijos y su amor duradero se ha desarrollado para proteger ese interés en cuestión. Y un esposo y una esposa pueden ser sus respectivos mejores amigos, y disfrutar de la formalidad y la confianza que subyace a la lógica de la amistad (en mayor medida de esta última). Estas emociones se hallan enraizadas en el hecho de que *si* un hombre y una mujer son monógamos, viven juntos de por vida, y no son nepotistas hacia sus propias familias, sus intereses genéticos son idénticos.

Por desgracia, se trata de un enorme «si condicional»: Incluso las parejas más felices se pelean como perro y gato y, hoy en día, el cincuenta por ciento de los

matrimonios en Estados Unidos acaban en divorcio. George Bernard Shaw escribió: «Cuando queremos apreciar las proezas que se han hecho en función del amor, ¿a qué sitio miramos? A la columna de homicidios». El conflicto entre hombres y mujeres, a veces mortal, es universal y sugiere que el sexo no es una fuerza de vinculación en los asuntos humanos, sino de discordia. Una vez más, la trivialidad tiene que ser afirmada porque el saber popular la niega. Uno de los ideales utópicos de la década de 1960, reiterado desde entonces por los guías espirituales del sexo como el doctor Ruth, es el vínculo intensamente erótico, mutuamente disfrutable, libre de culpabilidad, emocionalmente abierto y monógamo de la pareja. En oposición, el ideal alternativo proclamado desde las filas de la contracultura fue la orgía intensamente erótica, mutuamente disfrutable, libre de culpabilidad, emocionalmente abierta y, valga la redundancia, de cama redonda. Ambas fueron atribuidas a nuestros antepasados homínidos, a los primeros estadios de la civilización o a tribus primitivas que vivían aún en nuestros días en algún rincón del mundo. Pero tanto la una como la otra son tan míticas como el Jardín del Edén.

La batalla de los sexos no es sólo una escaramuza en la guerra entre individuos que no están emparentados, sino que se libra en un teatro diferentes por una razones que Donald Symons fue el primero en explicar en estos términos: «Con respecto a la sexualidad humana, hay una naturaleza humana femenina y una naturaleza humana masculina, y estas naturalezas son extraordinariamente diferentes... Los hombres y las mujeres difieren en sus naturalezas sexuales porque a lo largo de todo el período en que fuimos cazadores y recolectores, inmensamente dilatado en el tiempo de la historia evolutiva humana, los deseos y disposiciones sexuales que eran adaptativos para un sexo fueron para el otro licencias que permitían el olvido reproductivo»^[45].

Son muchos quienes niegan la existencia de cualquier diferencia interesante entre sexos. En mi propia institución docente, los estudiantes de la asignatura Psicología del Sexo acostumbran a aprender que la única diferencia consolidada entre hombres y mujeres es que a los hombres le gustan las mujeres, y a las mujeres, los hombres. Las dos naturalezas humanas de las que habla Symons son despachadas como «estereotipos sexuales», como si al hacerlo se estuviera aportando una prueba de su falsedad. La creencia de que las arañas tejen telarañas y los cerdos, en cambio, no, es también un estereotipo, pero no por ello es menos cierto que así sucede. Como veremos, algunos estereotipos acerca de los afectos sexuales han conseguido ser contrastados y verificados más allá de la duda razonable. De hecho, quienes investigan las diferencias en los sexos han descubierto que muchos estereotipos sexuales *subestiman* las diferencias documentadas entre los sexos^[46].



Para empezar, ¿por qué hay sexos? Lord Chesterfield hizo la siguiente observación acerca del sexo: «El placer que produce es momentáneo, la posición,

ridícula y el gasto, deplorable». Desde un punto de vista biológico, los costes son de hecho deplorables, de modo que ¿por qué razón casi todos los organismos complejos tienen una reproducción sexuada? ¿Por qué las mujeres no dan a luz como vírgenes a hijas que son clones de sí mismas en lugar de despilfarrar la mitad de sus embarazos en hijos que carecen de la maquinaria para hacer nietos y no son más que donantes de esperma? ¿Por qué los seres humanos y otros organismos intercambian la mitad de sus genes por los genes de otro miembro de la especie, generando variedad en su descendencia para más gloria de la propia variedad? La respuesta no puede ser para evolucionar más rápido, porque los organismos son seleccionados por aptitud en el presente. Tampoco puede ser para adaptarse al cambio medioambiental, ya que un cambio aleatorio en un organismo ya adaptado lo más probable es que sea para peor en vez de para mejor, dada la existencia de un número inmensamente mayor de modos de quedar mal adaptados que bien adaptados. La mejor teoría, propuesta por John Tooby, William Hamilton y otros, y actualmente apoyada por varios tipos de pruebas, es que el sexo es una defensa contra parásitos y agentes patógenos (microorganismos causantes de las enfermedades)^[47].

Desde el punto de vista de los gérmenes, somos como enormes y deliciosos montones de pastel de queso, a punto para comer. Nuestro cuerpo, en cambio, tiene una perspectiva distinta y ha desarrollado toda una batería de defensas, desde la piel hasta el sistema inmunitario, a fin de mantenerlos, según interese, fuera o dejarlos entrar. Toda una carrera de armamentos evolutiva se desarrolla entre anfitriones y agentes patógenos, aunque cabría establecer una mejor analogía diciendo que se trata de una lucha entre cerrajeros y ladrones de ganzúa. Los gérmenes son diminutos organismos que asaltan la maquinaria de las células y desarrollan ardidés diabólicos para infiltrarse y apoderarse de la mejor parte de las materias primas, al tiempo que se hacen pasar por tejidos propios del cuerpo para eludir así la vigilancia del sistema inmunitario. El organismo responde con sistemas de seguridad mejores, pero los gérmenes cuentan con una ventaja incorporada en sus organismos: hay muchos más y se pueden reproducir millones de veces más aprisa, lo cual les permite evolucionar más rápido. En lo que dura la vida del organismo que han tomado como anfitrión, los gérmenes pueden evolucionar de forma sustancial. Sean cuales sean las cerraduras que el cuerpo haya desarrollado, los agentes patógenos pueden desarrollar a su vez las ganzúas que las abran.

Ahora bien, si un organismo es asexuado, una vez que los agentes patógenos han roto la seguridad de su cuerpo también han conseguido desbaratar la seguridad de sus hijos y hermanos. La reproducción sexual es un modo de cambiar los cerrojos una vez cada generación. Al intercambiar la mitad de los genes por una mitad diferente, un organismo da a su descendencia una posición delantera en la línea de salida de la carrera contra los gérmenes locales. Sus cerraduras moleculares tienen una combinación diferente de códigos de acceso personalizado, de modo que los gérmenes tienen que empezar a desarrollar nuevas llaves partiendo de cero. Un

agente patógeno maligno es la única cosa en el mundo que compensa el hecho de cambiar por cambiar.

El sexo plantea un segundo enigma. ¿Por qué los seres humanos nos presentamos en *dos* sexos? ¿Por que elaboramos un gran óvulo y cantidades de diminutos espermatozoides, y no dos gotas iguales que se fundan como lo hace el mercurio? Porque la célula que ha de convertirse en el recién nacido no puede ser simplemente una bolsa de genes; necesita de la maquinaria metabólica del resto de una célula. Una parte de esta maquinaria, la mitocondria, tiene sus propios genes, el célebre ADN mitocondrial que tan útil resulta para la datación de las escisiones evolutivas. Al igual que todos los genes, los de la mitocondria son seleccionados para replicarse de forma implacable, y en ello estriba la razón de que una célula formada por fisión de dos células iguales sea problemática. En efecto, la mitocondria de uno de los progenitores y la mitocondria del otro librarían una lucha encarnizada por sobrevivir en la nueva célula formada. La mitocondria de cada progenitor mataría a la homóloga del otro, dejando de este modo a la célula fusionada peligrosamente faltada de energía. Dado que los genes del resto de la célula (los que se hallan en el núcleo) sufrirían la paralización de la célula, desarrollan un modo de disuadir la guerra de aniquilación mutua. En cada pareja de progenitores, uno «acuerda» un desarme unilateral y aporta una célula desprovista de maquinaria metabólica, que contiene sólo ADN desnudo para el nuevo núcleo. La especie se reproduce fusionando una gran célula que contiene la mitad de los genes más toda la maquinaria necesaria, con una célula pequeña que presenta la mitad del juego de genes y nada más. La gran célula recibe el nombre de óvulo y la célula pequeña, espermatozoide^[48].

Una vez que un organismo ha dado el primer paso, la especialización de sus células sexuales no hará más que intensificarse. Un espermatozoide es pequeño y barato, de modo que el organismo puede que fabrique muchos y los dote con motores fuera borda que les permitan alcanzar el óvulo rápidamente, así como un órgano que los lance a seguir su camino. El óvulo es grande y preciado, de modo que el organismo hará mejor en darle una posición principal dotándolo de comida y una cubierta protectora. Esto le hace ser aún más caro, de modo que para proteger la inversión realizada, el organismo desarrolla órganos que permitan que el óvulo fecundado crezca en el interior del cuerpo y absorba cada vez más sangre y libere al nuevo organismo formado, sólo cuando éste sea lo suficientemente grande para sobrevivir. A estas estructuras se las denomina órganos reproductores masculinos y femeninos. Unos pocos animales, los hermafroditas, colocan ambos tipos de órganos en cada individuo, pero la mayoría de organismos se especializan aún más y se escinden en dos tipos, cada uno de los cuales desuna todo su tejido reproductivo a un tipo de órgano o al otro. Son los organismos que llamamos masculinos y femeninos^[49].

Trivers ha encontrado el modo en que todas las diferencias prominentes entre machos y hembras derivan de diferencias en el tamaño mínimo de la inversión que

hacen en la descendencia. Inversión, recordémoslo, es cualquier cosa que haga un padre para incrementar la probabilidad de supervivencia de un hijo al tiempo que disminuye la capacidad del padre para producir otra progenie viable. La inversión puede ser de energía, tiempo, alimentos o riesgo. La hembra, por definición, empieza con una inversión mayor —es la célula sexual mayor— y en la mayoría de especies se compromete a invertir aún más. El macho aporta un escuchimizado paquete de genes y, por lo general, se los da a la hembra. Dado que cada cría requiere una inversión por parte de cada progenitor, la contribución de la hembra es la fase limitante que consiste en decidir cuántos hijos pueden producirse: a lo sumo, uno por cada huevo que crea y alimenta. Dos cascadas de consecuencias se derivan de esta diferencia.

Ante todo, un único macho puede fecundar a varias hembras, lo cual fuerza a los otros machos a quedarse sin parejas. Este hecho inicia una competición entre los machos para establecer el derecho de aparearse con las hembras. Un macho puede que se enfrente y derrote a otros machos para evitar que se lleven a una hembra, o para competir por los recursos necesarios para aparearse, o para cortejar a una hembra y conseguir que ella le escoja. Por tanto, los machos varían en su éxito reproductivo. Un ganador puede engendrar mucha prole, un perdedor ninguna.

En segundo lugar, el éxito reproductivo de los machos depende del número de hembras con las que se empareje. Este hecho hace que las hembras sean más discriminativas. Los machos cortejan a las hembras y se emparejan con la hembra que les deja hacerlo. Las hembras examinan a los machos y se emparejan sólo con los mejores: aquellos que tienen los mejores genes, aquellos que más quieren y son capaces de alimentar y proteger a su descendencia o aquellos que las otras hembras tienden a preferir.

La competición entre machos y la elección por parte de las hembras se hallan presentes en todo el reino animal. Darwin reclamaba atención para estos dos espectáculos, a los que denominaba selección sexual, aunque le dejaba perplejo el hecho de no saber por qué debían ser los machos quienes compitieran y las hembras las que escogieran, y no al revés. La teoría de la inversión paternal resuelve el misterio: el sexo que más invierte elige, el que menos invierte compite. Entonces, la inversión relativa es la causa de las diferencias de sexo, y todo lo demás —la testosterona, los estrógenos, los penes, las vaginas, los cromosomas X e Y— es algo secundario. Los machos compiten y las hembras escogen sólo porque la inversión ligeramente superior en el óvulo, la cual define el hecho de ser hembra, tiende a ser multiplicada por el resto de los hábitos reproductivos del animal. En unas pocas especies, en cambio, el animal entero invierte la diferencia inicial de inversión entre óvulo y espermatozoide, y en esos casos las *hembras* compiten y los *machos* escogen. En efecto, estas excepciones confirman la regla. En algunos peces, por ejemplo, el macho lleva los alevines en una bolsa. En algunas aves, el macho empolla el huevo y

alimenta a las crías. Pero en estas especies las hembras son agresivas e intentan cortejar a los machos, que son quienes seleccionan cuidadosamente a las parejas^[50].

En un mamífero típico, en cambio, es la hembra quien hace casi toda la inversión. Los mamíferos son organismos que han optado por un plan de constitución corporal en el que la hembra lleva el feto en el interior de su cuerpo, lo alimenta con su sangre y cuida y protege a la cría desde que ha nacido hasta que ha crecido lo suficiente como para defenderse por sí misma. El macho, en este caso, aporta unos pocos segundos de copulación y una célula espermática que pesa una diezbillonésima parte de gramo. No debe sorprendernos que los mamíferos machos compitan por las oportunidades de tener relaciones sexuales con los mamíferos hembras. Los detalles dependen del resto del modo de vida que tenga el animal. Las hembras viven solas o en grupos, en pequeños o grandes grupos, en grupos estables o provisionales, sirviéndose para ello de criterios sensatos, como dónde hay comida, qué lugar es más seguro, dónde puede dar a luz y criar fácilmente a sus hijos y si necesitan o no la fuerza que supone ser muchos. Los machos acuden al lugar en que se hallan las hembras. Los elefantes hembras determinan, por ejemplo, congregarse en playas fluviales que un macho puede fácilmente rondar y vigilar. Un único macho puede monopolizar el grupo, y los machos se enzarzan en sangrientas luchas para llevarse el primer premio. Los luchadores más grandes son los mejores, de modo que los machos evolucionarán en el sentido de desarrollar un tamaño que llega a ser de cuatro veces el de las hembras.

Los simios tienen una amplia variedad de disposiciones sexuales, lo cual significa, por cierto, que no hay nada similar a una «herencia simia» con la que los seres humanos estén condenados a vivir. Los gorilas habitan al borde de las selvas en pequeños grupos formados por un solo macho y varias hembras. Los machos luchan entre sí por hacerse con el control de las hembras y han evolucionado desarrollando un tamaño que es dos veces el de una hembra. Las hembras gibbon son solitarias y viven dispersas, y el macho busca el territorio de una hembra y actúa como fiel consorte. Dado que los otros machos se hallan en otros territorios, no luchan más que las hembras y no son mayores de tamaño. Las hembras de orangután viven en solitario, pero lo bastante cerca unas de otras como para que un macho pueda monopolizar dos o más de aquellos territorios, y el tamaño de un macho llega a ser 1,7 veces el de una hembra. Los chimpancés viven en amplios grupos inestables que ningún macho podría dominar. Los grupos de machos viven con las hembras, y los machos luchan por tener el dominio, el cual les da más oportunidades de copular. Los machos tienen 1,3 veces el tamaño de las hembras. Con gran número de machos a su alrededor, una hembra tiene un incentivo para aparearse con muchos de ellos, de modo que un macho nunca esté seguro de que un hijo no sea suyo y, por ende, no mate a la cría para hacer que la madre geste su propia descendencia. Las hembras de chimpancé bonobo (chimpancé pigmeo) son promiscuas de forma casi indiscriminada, y los machos luchan menos entre sí y presentan casi el mismo tamaño

que las hembras, aunque compiten de forma diferente: en el interior de los cuerpos de las hembras^[51].

El espermatozoide sobrevive en la vagina durante varios días, de modo que una hembra promiscua puede tener el espermatozoide de varios machos compitiendo en su interior para fecundar el óvulo. Cuanto más espermatozoides produce un macho, mayor es la posibilidad de que uno de sus espermatozoides sean los primeros en llegar a su destino. Este hecho explica por qué los chimpancés tienen testículos enormes en comparación con el tamaño de su cuerpo. Mayores testículos elaboran más espermatozoides, lo cual le da mejores posibilidades en el interior de las hembras promiscuas. Un gorila cuadruplica el peso de un chimpancé, pero sus testículos son cuatro veces más pequeños. Las hembras en el harén del gorila no tienen posibilidad de copular con ningún otro macho, de modo que su espermatozoide no tiene que competir. Los gibones, que además son monógamos, tienen así mismo testículos pequeños^[52].

En casi todos los primates (y cabría añadir en casi todos los mamíferos), los machos son padres vividores, que no aportan nada más, aparte del ADN a su prole. Otras especies son más paternas. Casi todas las aves, muchos peces e insectos, y los carnívoros sociales como los lobos, cuentan con machos que protegen o alimentan a su prole. La evolución de la inversión paternal del macho se ve ayudada por varias cosas. Una de ellas es la fecundación externa, presente en casi todos los peces, en la que la hembra desova y el macho fertiliza los huevos en el agua. El macho se asegura de que los huevos fecundados son portadores de sus genes, y puesto que son liberados mientras las crías aún no están desarrolladas, el macho tiene oportunidad de ayudar. En cambio, en la mayoría de los mamíferos las cosas juegan en contra de la paternidad responsable. El óvulo está escondido en el cuerpo de la madre, donde hay otros machos que pueden fecundarlo, de modo que un macho nunca puede estar seguro de que un hijo sea realmente suyo. Además, el embrión cumple la mayor parte de su desarrollo en el cuerpo de la madre, donde el padre no puede llegar y ayudar directamente. Y un padre puede desertar e intentar aparearse con otra hembra, mientras la hembra fecundada se queda embarazada y no puede liberarse del feto o la cría, sin pasar por el largo proceso de alimentar un embrión durante todo su desarrollo para quedar de nuevo en el punto del que había partido. La paternidad se ve también fomentada cuando el estilo de vida de una especie hace que los beneficios superen a los costes, es decir, cuando la prole sea vulnerable sin la presencia del padre, cuando pueda aprovisionarla fácilmente con alimentos concentrados como la carne, y cuando las crías sean fáciles de defender.

Cuando los machos se convierten en abnegados padres, las reglas del juego de emparejamiento cambian. Una hembra puede que escoja entonces a una pareja basándose en la capacidad y la voluntad que muestre para invertir en su prole, en la medida en que pueda estimarla. Las hembras, y no sólo los machos, compiten por tener parejas, aunque los premios a los que apuntan son distintos: los machos compiten por hembras fértiles que quieran copular, las hembras compiten por machos

opulentos que quieran invertir. La poligamia no es ya cosa de un único macho que se impone a todos los demás repartiendo palizas, o de hembras que quieran ser inseminadas por el macho más hermoso o más fiero. Cuando los machos invierten más que las hembras, tal como hemos visto, puede que las especies sean poliándricas, es decir, que hembras inflexibles tengan harenes de machos. (El plan de constitución corporal de los mamíferos ha impedido esa opción). Cuando un macho tiene mucho más a invertir que los otros (porque, pongamos por caso, controla un territorio mejor), las hembras puede que alcancen mejor bienestar compartiéndolo —poligamia— que teniendo su propia y exclusiva pareja, puesto que una porción de un gran recurso puede ser mejor que la integridad de uno exiguo. Cuando las aportaciones de los machos son más equitativas, la atención íntegra de uno pasa a ser valorable y la especie se asienta en la monogamia.

Muchas aves parecen ser monógamas. En *Manhattan*, Woody Allen le dice a Diane Keaton: «Creo que la gente se empareja de por vida, como las palomas o los católicos». La película se proyectó antes de que los ornitólogos empezaran a someter a las aves a las pruebas del ADN, las cuales revelaron que, para mayor estupor, las palomas tampoco eran tan fieles. En algunas especies de aves, un tercio de la prole tiene el ADN de un macho distinto al consorte de la hembra. El ave macho es adúltera porque intenta criar la prole de una hembra y aparearse con otras, esperando que su prole sobreviva por sí misma, o, en el mejor de los casos, sea criada por un consorte burlado. La ave hembra, en cambio, es adúltera porque tiene una posibilidad de tener lo mejor de los dos mundos: los genes del macho más apto y la inversión del macho más voluntarioso. La víctima de la burla está peor que si no hubiese tenido prole alguna, porque ha dedicado sus esfuerzos materiales a los genes de un competidor. De este modo, en especies cuyos machos invierten, los celos del macho están orientados no sólo a los machos rivales, sino a la hembra. El macho puede protegerla, seguirla a un lado y otro, copular repetidamente y evitar a las hembras que presentan signos de haberse apareado recientemente^[53].



El sistema de emparejamiento humano no es como el sistema de apareamiento de los demás animales, aunque ello no significa que el ser humano se libere de las leyes que rigen los sistemas de apareamiento, que han sido documentadas en centenares de especies. Cualquier gen que predispusiera a un macho para ser burlado o a una hembra para recibir menor ayuda paternal que sus vecinas, rápidamente quedaría excluido de la reserva genética. Cualquier gen, en cambio, que permitiese a un macho dejar embarazadas a todas las hembras, o bien a una hembra dar a luz a la prole más consentida del mejor macho, rápidamente sería dominante. Las presiones de selección no son nimias. Al ser la sexualidad humana «socialmente construida» e independiente de la biología, tal como lo considera la visión académica divulgada, no

sólo tiene que haberse librado de forma milagrosa de estas poderosas presiones selectivas, sino que debe resistir presiones igualmente poderosas de tipo distinto. Si una persona interpretara un papel socialmente construido, los demás podrían modelar su papel de tal forma que les permitiese prosperar a costa de aquella. Los hombres poderosos, les lavarían el cerebro a los demás varones para que disfrutaran del celibato solitario o siendo maridos burlados, lo cual les permitiría tener a las mujeres sólo para ellos. Cualquier consentimiento en aceptar papeles sexuales socialmente construidos sería discriminado, y dominarían los genes que se opondrían a los papeles sexuales socialmente construidos.

¿Qué tipo de animal es el *Homo sapiens*? Somos mamíferos, por tanto la inversión paternal mínima de una mujer es mucho mayor que la de un hombre. La mujer aporta nueve meses de gestación y (en un entorno natural) entre dos y cuatro años dedicados a la cría del hijo nacido. El macho aporta unos pocos minutos de sexo y una cucharilla de semen. Los hombres tienen un tamaño 1,15 veces mayor a las mujeres, lo cual nos dice que, en el transcurso de nuestra historia evolutiva, han competido entre sí y que algunos hombres se han apareado con varias mujeres y algunos otros con ninguna. A diferencia de los gibones, que viven aislados, son monógamos y relativamente asexuales, los seres humanos somos gregarios, los hombres y las mujeres viven juntos en grandes grupos y constantemente tienen oportunidad de emparejarse. Los hombres tenemos testículos más pequeños relativamente a la talla del cuerpo si nos comparamos con los chimpancés, pero mayores que los gorilas y los gibones, hecho que sugiere que las mujeres ancestrales no eran lascivamente promiscuas, pero tampoco eran siempre monógamas. Los niños nacen indefensos y siguen siendo dependientes de los adultos durante un largo período de la vida humana, razón por la cual el saber y las habilidades son tan importantes presumiblemente para el estilo de vida humano. Por tanto, los hijos necesitan de la inversión paternal, y los hombres, porque consiguen carne cazando y otros recursos, tienen algo que invertir. Los hombres exceden en mucho la inversión mínima que su anatomía les permitiría emplear: aumentan, protegen y enseñan a sus hijos. Este hecho hará que el ser burlado (la infidelidad de la pareja) sea una preocupación masculina, y el consentimiento y la capacidad de un hombre para invertir en los hijos, en cambio, una preocupación de las mujeres. Dado que los hombres y las mujeres viven juntos en grandes grupos, como lo hacen también los chimpancés y, en cambio, invierten en sus hijos como las aves, los seres humanos evolucionamos desarrollando el matrimonio, en el cual un hombre y una mujer constituyen una alianza reproductiva que sirve para limitar las exigencias de terceras partes en relación a pretensiones sexuales e inversión paternal^[54].

Estos hechos de la vida nunca han cambiado, pero hay otros que sí. Hasta fecha reciente, los hombres cazaban y la mujeres se dedicaban a la recolección. Las mujeres eran casadas a temprana edad, después de alcanzar la pubertad. No había anticonceptivos, ni sistema institucionalizado de adopción aparte del que se basaba en

individuos parientes, ni tampoco inseminación artificial. El sexo servía a la reproducción, y viceversa. No se obtenían alimentos de plantas o animales domesticados, por tanto no había biberones y todos los niños eran amamantados. No había asistencia médica colegial ni hombre que tuviera por profesión sus labores; los bebés y los niños pequeños vagaban alrededor de sus madres y las otras mujeres. Estas condiciones persistieron durante el noventa y nueve por ciento de nuestra historia evolutiva y han dado forma a nuestra sexualidad. Nuestros pensamientos y sentimientos sexuales se hallan adaptados a un mundo en el cual tener relaciones sexuales conducía a tener bebés, tanto si se quería tenerlos en ese momento como si no. Además, pensamientos y sentimientos sexuales están adaptados a un mundo en el cual los hijos eran más un problema de la madre que del padre. Por otro lado, cuando utilizo términos como «debe», «mejor» y «óptimo», se trata de modos sucintos de nombrar estrategias capaces de conducir al éxito reproductivo en aquel mundo del que provenimos. En ningún caso, no obstante, me estoy refiriendo a lo que desde un punto de vista moral es correcto, alcanzable en el mundo moderno, o bien conducente a la felicidad, cosas todas ellas que son asuntos diferentes^[55].



La primera pregunta acerca de la estrategia consiste en averiguar cuántas parejas queremos. Recuérdese que cuando la inversión mínima en la progenie es mayor para las hembras, un macho puede tener más prole si se aparea con muchas hembras, pero, en cambio, una hembra no tendrá más descendencia si se aparea con múltiples machos, ya que está limitada a una por concepción máximo. Supongamos, por ejemplo, que un hombre cazador-recolector esperara tener con una mujer entre dos y cinco hijos. Una aventura premarital o extramarital que acabara en embarazo incrementaría el resultado reproductivo del hombre entre un veinte y un cincuenta por ciento máximo. Ciertamente que si el hijo muriese de hambre o a causa de que el padre se ausentara, este último no mejoraría en nada su bienestar. La aventura óptima, por tanto, sería la que se tuviera con una mujer casada cuyo marido se encargara de criar al hijo. En las sociedades de cazadores-recolectores, las mujeres fértiles casi siempre estaban casadas, de modo que tener relaciones sexuales con una mujer equivalía, en general, a tenerlas con una mujer casada. Aun cuando no lo estuviera, son más los hijos sin padre que viven, que los que mueren^[56]; por tanto, una aventura con una pareja no casada puede, así mismo, aumentar el resultado de la reproducción. En cambio, ninguno de los cálculos anteriores se aplica a las mujeres. Una parte de la mente masculina, en consecuencia, querrá tener una variedad de parejas sexuales por el mero hecho de tener una variedad de parejas sexuales.

¿Piensa acaso el lector que la única diferencia entre hombres y mujeres es que a ellos les gustan las mujeres, y a ellas, los hombres? A cualquier barman o abuela a los que se les hiciera esta pregunta dirían que es más probable que los hombres sean más

ligeros de cascos, aunque, tal vez, se trate sólo de un estereotipo anticuado. El psicólogo David Buss buscó el estereotipo en personas que con mayor probabilidad podían refutarlo: los hombres y las mujeres de las elitistas universidades de Humanidades norteamericanas, una generación después de la revolución feminista, en el momento del apogeo de las sensibilidades políticamente correctas. Los métodos empleados en esta verificación fueron reconfortantemente directos.

Los cuestionarios confidenciales planteaban una serie de preguntas. ¿Con qué grado de determinación busca esposo/esposa? Las respuestas eran por término medio idénticas para los hombres y las mujeres. ¿Con qué grado de determinación busca compañía para una sola noche? Las mujeres dijeron que no muy decididamente y los hombres, que con bastante determinación. ¿Cuántas parejas sexuales le gustaría tener en el próximo mes? ¿Y en los próximos dos años? ¿Y en su vida? La respuesta de las mujeres fue que en el próximo mes estaría bien tener ocho décimas partes de una pareja sexual. En los dos años siguientes una, y cuatro o cinco a lo largo de toda su vida. Los hombres querían dos parejas sexuales en el próximo mes, ocho durante los siguientes dos años y dieciocho durante toda su vida. ¿Contemplaría la posibilidad de tener relaciones sexuales con una pareja a la que conoce desde hace cinco años? ¿Y si sólo fueran dos años? ¿Y si sólo la conociese desde hace un mes? ¿Y si sólo la conociera desde hacía una semana? Las mujeres dijeron que «probablemente sí» en caso de que conociese a la pareja desde hacía un año, un resultado «neutro» para el caso de que la pareja sólo la conociera desde hacía seis meses y «decididamente no» en el caso de conocerla sólo desde hacía una semana o menos. Los hombres respondían a todos los casos «probablemente sí» a partir de un tiempo supuestamente mínimo de una semana. ¿Cuál sería el período de tiempo más corto durante el cual un hombre, tras conocer a una mujer, de forma tajante *no* tendría relaciones sexuales con ella? Buss nunca lo averiguó; la escala por él adoptada nunca rebasó el límite de «una hora». Cuando Buss presentó estos hallazgos en una universidad y los explicó en términos de la inversión paternal y la selección sexual, una joven levantó la mano y dijo: «Profesor Buss, tengo una explicación sencilla para sus datos». Sí, respondió Buss, ¿cuál es? «Los hombres son unos lanzados»^[57].

¿Lo son en realidad o simplemente intentan parecerlo? Tal vez en los cuestionarios los hombres intentan exagerar su carácter de sementales y, en cambio, las mujeres quieren evitar que las consideren fáciles. Los psicólogos R. D. Clark y Elaine Hatfield contrataron a una serie de hombres y mujeres atractivos para que se acercaran a extraños del sexo opuesto en el campus universitario y les dijeran «Me he fijado en ti. Te encuentro muy atractivo (a)», y que, luego, les plantearan una de las tres preguntas siguientes: *a)* «¿Quieres salir conmigo esta noche?»; *b)* «¿Quieres venir a mi apartamento esta noche?»; *c)* «¿Quieres acostarte conmigo esta noche?». La mitad de las mujeres consintió en citarse. La mitad de los hombres también. El seis por ciento de las mujeres consintió en subir al apartamento de sus ligues. Entre el seis y el nueve por ciento de los hombres también. Ninguna de las mujeres consintió en

tener relaciones sexuales; el setenta y cinco por ciento de los hombres sí. Del veinticinco restante, muchos se excusaron, difiriendo la cita para otro momento o explicando que no podían porque su prometida estaba en la ciudad. Los resultados fueron reproducidos en varios estados. Cuando estos estudios se llevaron a cabo, las prácticas anticonceptivas estaban ampliamente extendidas y las de «sexo seguro» eran fuertemente difundidas por los medios de comunicación, de modo que los resultados no podían ser descartados simplemente porque las mujeres fueran más prudentes ante la posibilidad de quedar embarazadas o en razón de las enfermedades de transmisión sexual^[58].

El avivarse del deseo sexual en un varón a causa de una nueva compañera se conoce como efecto Coolidge, en recuerdo de una célebre anécdota. Un día, el presidente Calvin Coolidge y su esposa habían ido a visitar una granja del gobierno y recorrieron la propiedad en grupos separados. Cuando a la señora Coolidge le mostraron los gallineros, la dama preguntó si el gallo copulaba más de una vez al día. «Docenas de veces», le contestó el guía, y la señora Coolidge añadió: «Por favor no se olvide de decírselo al presidente». Cuando el presidente visitó las gallinas y le contaron lo del gallo, preguntó: «¿Siempre con la misma gallina?». «Oh, no, señor presidente, una diferente cada vez». El presidente añadió: «No se olvide de decírselo a la señora Coolidge». Muchos mamíferos masculinos son infatigables cuando una nueva hembra apetecible se halla disponible después de cada copulación. No pueden ser engañados por el experimentador disimulando una pareja anterior o disfrazando su olor. Este hecho muestra, todo sea dicho de paso, que el deseo sexual masculino no es exactamente «indiscriminado». Puede que los machos no se preocupen *del tipo de* hembra con la que se aparean, pero son hipersensibles a *cuál* es la hembra con que se emparejan. Se trata de otro ejemplo de la distinción lógica entre los individuos y las categorías, cuya notoria importancia argumenté al criticar el asociacionismo en el **capítulo 2**.

Los hombres no tienen el vigor sexual de los gallos, pero presentan un tipo de efecto Coolidge en su deseo durante períodos de tiempo más dilatados. En muchas culturas, y entre ellas la occidental, los hombres alegan que el ardor sexual que sienten por sus esposas se desvanece en los primeros años de matrimonio. Es el concepto de la persona individual, no su apariencia u otras cualidades, lo que activa ese declive: el gusto por nuevas parejas no es sólo un ejemplo de que en la variedad está el gusto y la gracia de la vida, como del hecho de estar aburrido de las fresas y estremecerse con sólo pensar en el chocolate. En el cuento de Isaac Bashevis Singer «Schlemiel the First», un simplón de la aldea mítica de Chelm se marcha de viaje, pero se pierde y, sin darse cuenta, regresa a su casa, pensando que ha llegado a otra aldea y que, por una fabulosa coincidencia, las dos se parecen como dos gotas de agua. Allí se encuentra con una mujer que es exactamente como la esposa de la que se había cansado, y ahora la encuentra encantadora^[59].



También forma parte de la mente sexual masculina cierta capacidad de ser fácilmente excitado por una pareja sexual posible, en realidad, por la más vaga insinuación de una posible pareja sexual. Los zoólogos han descubierto que los machos de muchas especies cortejarán una enorme gama de objetos que presentan una vaga semejanza con la hembra: otros machos, hembras de otras especies, hembras de la propia especie que han sido disecadas y clavadas en una madera, partes de las hembras disecadas como una cabeza suspendida en el aire, e incluso las partes de hembras disecadas a las que se les han quitado rasgos importantes como son los ojos y la boca. El macho de la especie humana se excita al ver una mujer desnuda, no sólo en carne y hueso sino también en filmes, fotografías, dibujos, postales, muñecas y representaciones reproducidas siguiendo un mapa de bits proyectado por un tubo de rayos catódicos. Disfruta con esta identidad en que toma una cosa por otra, sosteniendo una industria pornográfica de alcance mundial, que sólo en Estados Unidos mueve diez mil millones de dólares anuales, un volumen de negocio que equivale al de los deportes y la cinematografía juntos^[60]. En las culturas de cazadores-recolectores, los jóvenes elaboran dibujos con carbón de senos y vulvas en los salientes rocosos, los tallan en troncos de árboles y los trazan sobre la arena. La pornografía, que es similar en todo el mundo y hace un siglo era en gran medida como es hoy, representa de forma gráfica y con detalles físicos una sucesión de hembras anónimas desnudas ardientemente deseosas de tener relaciones sexuales esporádicas e impersonales.

Para una mujer, en cambio, no tendría sentido sentirse fácilmente excitada al ver un hombre desnudo. Una mujer fértil nunca tendrá escasez de parejas sexuales dispuestas y, en este mercado de la carne, puede buscar el mejor marido disponible, los mejores genes u otros rendimientos a cambio de sus favores sexuales. Si pudiese excitarse al ver un hombre desnudo, los hombres podrían inducirla a tener relaciones sexuales simplemente exhibiéndose y, de este modo, la posición negociadora de la mujer se vería comprometida. Las reacciones de los sexos ante la desnudez son bastante diferentes: los hombres ven a las mujeres desnudas como una suerte de invitación, las mujeres ven a los hombres desnudos como un tipo de amenaza. En 1992, un estudiante de Berkeley conocido en el campus como «Chico Desnudo» optó por hacer jogging, asistir a las aulas y comer en los comedores desnudo en señal de protesta contra las tradiciones sexuales represivas de la sociedad occidental. El muchacho fue expulsado cuando algunas estudiantes femeninas alegaron que el comportamiento del muchacho debía ser clasificado como acoso sexual.

Las mujeres no buscan contemplar a hombres extraños desnudos o representaciones de relaciones sexuales anónimas, y prácticamente no hay un mercado femenino para la pornografía. (*Playgirl*, el supuesto contraejemplo, está claramente orientada al mercado homosexual masculino. No cuenta con ningún

anuncio para mujeres, y cuando una mujer recibe una suscripción como regalo encuentra que la inscriben en las listas de correo de pornografía e implementos sexuales para homosexuales masculinos). En el laboratorio, ciertos experimentos realizados en un primer momento afirmaban que los hombres y las mujeres presentaban una excitación sexual idéntica cuando eran expuestos a la pornografía. Los hombres, de todas formas, demostraban tener una respuesta mayor a la exposición *neutra* en condiciones de control que las mujeres expuestas a la pornografía. La denominada exposición neutra, que fue escogida por las investigadoras femeninas, representaba a un hombre y una mujer hablando sobre los méritos relativos de una asignatura de antropología durante el programa de formación. ¡Los hombres lo encontraron muy erótico! Las mujeres a veces pueden excitarse cuando consienten en contemplar retratos de relaciones sexuales, aunque no los buscan. (Symons señala que las mujeres son más exigentes que los hombres a la hora de dar su *consentimiento* a tener relaciones sexuales, pero una vez han consentido en tenerlas, no hay razón para creer que sean menos activas a la estimulación sexual). En el mercado de los medios de comunicación, el equivalente más próximo de la pornografía para las mujeres son las novelas románticas y de seducción, en las cuales el sexo se describe en el contexto de las emociones y las relaciones en lugar de serlo como una sucesión de cuerpos que se toquetean unos a otros^[61].



El deseo de tener relaciones sexuales múltiples es una adaptación insólita, pues resulta insaciable. La mayoría de los productos de la selección del más apto demuestra tener rendimientos decrecientes o un nivel óptimo. Los seres humanos no buscan cantidades inmensas de aire, comida y agua, sino que se limitan a no querer sentir demasiado calor ni demasiado frío, y eso les basta. Pero cuantas más son las mujeres con las que un hombre tiene relaciones sexuales, más descendencia tiene y, en este caso, tener demasiado nunca basta. Este hecho otorga a los hombres una ilimitada apetencia de tener parejas sexuales fortuitas (y tal vez también una apetencia insaciable de aquel tipo de bienes que en entornos ancestrales habrían llevado a tener múltiples compañeras como son, por ejemplo, el poder y la riqueza). La vida cotidiana ofrece a la mayoría de hombres unas pocas oportunidades para tocar fondo dejándose llevar por ese deseo, pero, de vez en cuando, un hombre llega a ser lo bastante rico, famoso, atractivo y amoral para intentarlo. Georges Simenon y Hugh Hefner afirmaban haber tenido miles de amantes; Wilt Chamberlain estimaba que había llegado a tener unas veinte mil. Pongamos que ajustásemos generosamente el farol de aquel truhán y supiéramos que Chamberlain había hinchado la cifra, añadiéndole, digamos, un cero de más. Con ello se estaría diciendo aún que mil novecientas noventa y nueve compañeras sexuales no habían bastado.

Symons señala que las relaciones homosexuales son como un observatorio de los deseos de cada sexo. Cada relación heterosexual es un compromiso entre los deseos de un hombre y los deseos de una mujer, de modo que las diferencias entre los sexos tienden a minimizarse. Pero los homosexuales, en cambio, no tienen que comprometerse y sus vidas sexuales exponen la sexualidad humana en su forma más pura (al menos en la medida en que el resto de sus cerebros sexuales no están modelados como los del sexo opuesto). En un estudio llevado a cabo con homosexuales en San Francisco antes de que se declarara la epidemia del SIDA, el ochenta y ocho por ciento de los homosexuales masculinos afirmaba haber tenido más de un millar de parejas sexuales, y el setenta y cinco por ciento que había tenido más de un centenar. Ninguna lesbiana dijo haber tenido mil amantes y sólo el dos por ciento declaraba haber tenido cien. Otros deseos de los homosexuales masculinos, como la pornografía, las prostitutas y los compañeros jóvenes y atractivos, también eran un reflejo especular o exageraban los deseos de los hombres heterosexuales. (Sea dicho de paso, el hecho de que los deseos sexuales de los hombres sean los mismos tanto si se destinan a las mujeres como si se dirigen a otros hombres refuta la teoría de que son instrumentos para oprimir a las mujeres). No es que los hombres que son homosexuales sean hiperactivos sexualmente, sino que simplemente se trata de hombres cuyos deseos masculinos rebotan en otros deseos masculinos en lugar de hacerlo en los femeninos. En este sentido, Symons escribe: «Sugiero que los hombres heterosexuales serían igual de propensos que los homosexuales a tener relaciones sexuales a menudo con extraños, a tomar parte en orgías anónimas en baños públicos y a hacer una parada en un local para que les hagan una felación en el camino de regreso a casa después del trabajo, si las mujeres estuvieran interesadas en estas actividades. Pero las mujeres no están interesadas»^[62].

Entre los heterosexuales, si los hombres quieren mayor variación que las mujeres, Econ 101 nos dice qué acabará sucediendo. La copulación sería concebida como un servicio femenino, un favor que las mujeres conceden o retiran a los hombres. Numerosas metáforas tratan las relaciones sexuales con una mujer como un bien preciado, tanto si se centran en la perspectiva de la mujer (*reservarse, entregarse, sentirse utilizada*) como en la del hombre (*conseguirla, favores sexuales, ponerse contento*). Además, las transacciones sexuales a menudo obedecen a los principios del mercado, tal como los cínicos de todas las opiniones han reconocido desde hace tiempo. La teórica feminista Andrea Dworkin ha escrito: «Un hombre quiere que una mujer tenga relaciones sexuales. Puede robarlas (violación), persuadirla para que se las conceda (seducción), alquilarla brevemente (prostitución), alquilarla a largo plazo con opción de compra (matrimonio en Estados Unidos) o comprarla (el matrimonio en la mayoría de las sociedades)». En todas las sociedades, son principal o exclusivamente los hombres quienes cortejan, hacen proposiciones, seducen, usan la magia del amor, hacen regalos a cambio de relaciones sexuales, pagan las dotes de las novias (en lugar de recoger las dotes), alquilan prostitutas y violan^[63].

La economía sexual, ciertamente, depende así mismo de lo deseables que sean los individuos, no de la media de deseos de los sexos. Los seres humanos «pagan» por el sexo —en efectivo, con compromisos o favores— cuando la pareja es más deseable de lo que ellos son. Dado que las mujeres son más discriminadoras que los hombres, el hombre de tipo medio tiene que pagar por tener relaciones sexuales con la mujer de tipo medio. Un hombre medio llamará la atención de una esposa de más alta calidad y no de una pareja sexual fortuita (considerando el compromiso matrimonial como un tipo de pago), mientras que una mujer atraerá a una pareja sexual fortuita de mayor calidad (que no pagará nada) y no a un marido. Los hombres de calidad superior, en teoría, tendrían un amplio número de mujeres haciendo cola para tener relaciones sexuales con ellos. Un dibujo cómico de Dan Wasserman muestra a una pareja que sale de un teatro tras haber visto la película *Una proposición indecente*. El marido le dice a su esposa: «¿Te acostarías con Robert Redford por un millón de dólares?», a lo que ella le responde: «Sí, pero tendría que darme un poco de tiempo para reunir el dinero».

El humor del dibujante, no obstante, saca partido de nuestro sentido de la sorpresa. No esperamos que la vida real funcione así. Los hombres que más atractivos resultan a las mujeres no se prostituyen, sino que puede que incluso lleguen a alquilar prostitutas. En 1995, el actor Hugh Grant, posiblemente el hombre más atractivo del mundo, fue detenido por haber mantenido sexo oral con una prostituta en el asiento delantero de su coche. El simple análisis económico falla en este punto, porque el dinero y el sexo no son completamente fungibles. Tal como veremos, parte del atractivo de los hombres proviene de su riqueza, por tanto, los más atractivos no necesitan dinero. Además, el «pago» que casi todas las mujeres esperan no es en efectivo, sino en forma de un compromiso a largo plazo, que es un recurso escaso aun para el hombre más rico y más atractivo. La economía del asunto que tuvo Hugh Grant queda bien resumida como intercambio según se cuenta en otra película, basada en el relato de Heidi Fleiss, la prostituta de Hollywood. Una chica de alterne le pregunta a su amiga por qué los tíos atractivos tienen que pagar por tener relaciones sexuales con ella. «No te pagan por tenerlas», le responde la amiga, «te pagan para que después te marches».

¿Podría ser que los hombres *aprendan* a desear la variedad sexual? Tal vez sea un medio para un fin, siendo ese fin cierta condición social en nuestra sociedad. El personaje de Don Juan es caracterizado como un semental fogoso en cuyos brazos la mujer hermosa se convierte en un trofeo. Ciertamente cualquier cosa que sea deseable y rara puede convertirse en símbolo de cierto prestigio social, pero no significa que se vaya en pos de todas las cosas deseables *porque* sean símbolos de prestigio social. Sospecho que si a los hombres se les planteara una opción hipotética entre tener relaciones sexuales a escondidas con muchas mujeres atractivas o gozar de una *reputación* de tener relaciones sexuales con muchas mujeres atractivas, pero sin que hubiese sexo de por medio, optarían *polla primera*, es decir, por el sexo. Y ello no

sólo porque el sexo sea un incentivo más que suficiente, sino porque una reputación de tener relaciones sexuales es un *desincentivo*. Los personajes como Don Juan *no* inspiran admiración, sobre todo, en las mujeres, aunque puede que inspiren envidia en los hombres, una relación distinta y no siempre agradable. En este sentido Symons señala:

Los hombres parecen estar constituidos de tal modo que se resisten a aprender a *no* desear la variedad a pesar de impedimentos como el cristianismo y la doctrina del pecado, del judaísmo y la doctrina del *mensch*; de las ciencias sociales y las doctrinas de la homosexualidad reprimida y la inmadurez psicosexual; a pesar de las teorías evolutivas del emparejamiento monógamo; de las tradiciones culturales y legales que apoyan y glorifican la monogamia; del hecho de que el deseo de variedad sea prácticamente imposible de satisfacer; a pesar del tiempo y la energía y los innumerables tipos de riesgos —físicos y emocionales— que entraña la búsqueda de la variedad y las claras recompensas potenciales de aprender a satisfacerse en lo sexual con una única mujer^[64].

La ligereza de cascos, aprendida o no, no es el único componente de la mente del hombre. Si bien el deseo conduce a menudo al comportamiento, a veces no lo hace, porque otros deseos son más fuertes o porque se aplican tácticas de autocontrol (véase **capítulo 6**). Los gustos sexuales de los hombres pueden calibrarse y dominarse según el atractivo del hombre^[65], la disponibilidad de parejas y la evaluación que él haga de los costes de un flirteo.

Esposos y esposas

Expresado en términos evolutivos, un hombre que tenga una aventura a corto plazo, de hecho es como si apostara a que su hijo ilegítimo crecerá sin su ayuda o lo criará un esposo burlado como si fuese el suyo propio. Para el hombre que puede hacer esta apuesta, un modo más seguro de maximizar su progenie consiste en buscar varias esposas e invertir en todos sus hijos. Los hombres deben desear muchas esposas y no sólo muchas compañeras sexuales. De hecho, a los hombres que tienen el poder se les permite la poligamia en más de un ochenta por ciento de las culturas humanas. Los judíos la practicaron en época cristiana, y no fue hasta el siglo x cuando la proscribieron. Los mormones la fomentaban hasta que fue proscrita por el gobierno de Estados Unidos a fines del siglo xix, e incluso hoy en día se cree que hay decenas de millares de matrimonios polígamos clandestinos en el estado de Utah y otros estados del oeste americano. Siempre que la poligamia es permitida, los hombres buscan nuevas esposas, así como los medios para atraerlas. Los hombres acaudalados y prestigiosos tienen más de una esposa: los inútiles no tienen ninguna. Un rasgo típico de un hombre que se ha casado varias veces es que busca una esposa más joven. La esposa de más edad se convierte en su confidente y compañera, y se

encarga del mantenimiento del hogar; la joven pasa a convertirse en el objeto de su interés sexual^[66].

En las sociedades de cazadores-recolectores la riqueza no puede acumularse, aunque unos pocos hombres fieros y líderes hábiles que son buenos cazadores pueden llegar a tener entre dos y diez esposas. Con la invención de la agricultura y la generación de la desigualdad, la poligamia podía alcanzar proporciones descomunales. Laura Betzig ha documentado, en este sentido, que en una civilización tras otra los hombres despóticos han llevado a la práctica la fantasía masculina definitiva: un harén formado por centenares de mujeres núbiles, vigiladas y protegidas (a menudo por eunucos) de modo que ningún otro hombre pudiese acercárseles. Disposiciones similares han aparecido en India, China, el mundo islámico, el África subsahariana y las Américas. El rey Salomón tenía miles de concubinas, los emperadores de Roma las llamaban esclavas y los soberanos europeos en la Edad Media las denominaron sirvientas^[67].

La poliandria, en contraste, resulta de lo más escasa. Los varones ocasionalmente comparten una esposa en entornos tan duros que un hombre no podría sobrevivir sin una esposa, pero esta entente se desvanece cuando las condiciones mejoran. Los inuits han tenido de forma esporádica matrimonios poliándricos, pero los coesposos se muestran siempre celosos y a menudo el uno mata al otro. Como siempre, el parentesco mitiga la enemistad y entre los agricultores tibetanos dos o más hermanos se casan a veces simultáneamente con una misma mujer con la esperanza de crear juntos una familia capaz de sobrevivir en el desolado territorio de las montañas. El hermano benjamín, en cambio, aspira a tener su propia esposa^[68].

Las combinaciones matrimoniales se describen generalmente desde el punto de vista del hombre, no porque los deseos de las mujeres sean irrelevantes, sino porque los hombres poderosos por lo general se salieron con la suya. Los hombres son más grandes y fuertes porque han sido seleccionados para luchar unos contra otros, y pueden formar clanes poderosos porque, en las sociedades tradicionales, los hijos varones se quedan con sus familias mientras que las hijas se marchan. Los más destacados poliginistas son siempre déspotas, hombres que pueden matar sin temor a recibir el merecido castigo. (Según el *Libro Guinness de los récords del mundo*, el hombre con más hijos de la historia —888— fue un emperador magrebí que tenía el evocativo nombre de Mulay Ismail El Sediento de Sangre). El hiperpoliginista no sólo tiene que repeler los centenares de hombres a los que ha privado de esposas, sino que tiene que oprimir a su harén. Los matrimonios siempre tienen como mínimo un poco de reciprocidad, y en casi todas las sociedades poligínicas un hombre puede renunciar a esposas adicionales amparándose en sus exigencias emocionales o económicas. Un déspota las mantiene encarceladas y aterradas.

Pero, por extraño que pueda parecer, en una sociedad más libre la poliginia no es algo necesariamente malo para las mujeres. Basándose en motivos económicos y, en última instancia, evolutivos, una mujer puede que prefiera compartir un marido rico

que tener la atención entera de uno más pobre, y puede incluso preferirlo apoyándose en motivos emocionales. Laura Betzig resumió la razón de este modo: ¿Querría ser la tercera esposa de John F. Kennedy o la primera esposa de Bozo el Payaso? Las coesposas a menudo se llevan bien, comparten la experiencia y el cuidado de los hijos, en gran medida como las familias formadas por padrastros y hermanastros, aunque con más facciones y actores adultos. Si el matrimonio fuera genuinamente un libre mercado, entonces, en una sociedad polígama, la mayor demanda por parte de los hombres para una oferta limitada de parejas y su celotipia sexual inflexible daría ventaja a las mujeres. Las leyes destinadas a hacer cumplir la monogamia actúan en perjuicio de las mujeres. El economista Steven Landsburg explica el principio de mercado, sirviéndose del trabajo en lugar del dinero en el ejemplo que plantea:

Hoy en día, cuando mi esposa y yo hablamos acerca de a quién le toca lavar los platos, empezamos desde posiciones que tienen una fuerza más o menos igual. Si la poligamia fuera legal, mi esposa podría insinuarme que está pensando en dejarme para casarse con Alan y Cindy, que viven en la misma manzana, y yo acabaría con las manos en el fregadero.

... Las leyes antipoligamia son un ejemplo de manual de la teoría de los cárteles. Los productores, que en principio son competitivos, se reúnen y conspiran contra el público o, dicho de forma más específica, contra sus clientes. Acuerdan que cada empresa restringirá su producción a fin de mantener los precios altos. Pero que el precio sea alto es una invitación al fraude, en el sentido de que cada firma busca diseminar su propio producto y expandirlo más allá de lo que le permite el acuerdo al que han llegado. Finalmente, el cártel se deshará a menos que sea obligatorio cumplir el acuerdo a riesgo de incurrir en sanciones legales si no se cumple, y aun en este caso, las infracciones son legión.

Este relato, que aparece en todos los manuales de economía, es así mismo el relato de los productores masculinos en la industria del amor. En un principio se muestran fieramente competitivos, se reúnen para conspirar contra sus «clientes», es decir, las mujeres a quienes ofrecen sus manos en matrimonio. La conspiración consiste en un acuerdo según el cual cada hombre limita sus esfuerzos románticos en un intento por acrecentar la posición negociadora de los hombres en general. Pero la posición que así han logrado mejorar es una invitación al engaño, en el sentido de que cada hombre intenta cortejar a más mujeres de las que le correspondían según el acuerdo al que habían llegado. El cártel sobrevive sólo porque las sanciones legales obligan a cumplirlo, y aun en este caso las infracciones son legión^[69].

Desde un punto de vista histórico, la monogamia legal ha sido un acuerdo entre hombres más o menos poderosos, no entre hombres y mujeres; un acuerdo cuyo objetivo no era tanto explotar a los clientes de la industria del amor (mujeres) como minimizar los costes de competición entre los productores (hombres). En la poliginia, los hombres rivalizan por apuestas darwinianas extraordinarias —muchas esposas frente a ninguna— y la competición es, hablando en sentido literal, sanguinaria. Muchos homicidios y casi todas las guerras tribales giran, de forma directa o indirecta, en torno a la competición por mujeres. Los líderes prohibieron la poliginia cuando necesitaban como aliados hombres menos poderosos y cuando les era preciso que sus súbditos lucharan contra un enemigo y no unos contra otros. En sus primeros tiempos, el cristianismo apeló a los pobres en parte porque el voto de monogamia les mantenía en el juego del matrimonio, y en las sociedades a partir de entonces el igualitarismo y la monogamia estuvieron unidos de forma tan natural como lo están el despotismo y la poliginia^[70].

Aún hoy en día la desigualdad ha permitido que surja un tipo de poliginia. Los hombres ricos sostienen una esposa y una amante, o se divorcian de sus esposas tras veinte años de matrimonio y les pasan una pensión de manutención para los hijos, al tiempo que se casan con mujeres más jóvenes. El periodista Robert Wright ha especulado en el sentido de que el divorcio y el volver a casarse, al igual que la poliginia declarada, hace aumentar la violencia. Las mujeres en edad de tener hijos son monopolizadas por los hombres acaudalados y la escasez de esposas potenciales llega a los estratos más bajos, forzando a los varones jóvenes más pobres a entrar en una competición desesperada.



Todas estas relaciones amorosas ilícitas provienen de una única diferencia entre los sexos, el hecho de que los hombres tienen un deseo mayor de tener múltiples parejas. Pero los hombres no son completamente indiscriminados y las mujeres no carecen de voz en las sociedades, salvo en las más despóticas. Cada sexo tiene criterios en relación a la elección de parejas con las que mantener una aventura amorosa y con las que casarse. Al igual que otras preferencias humanas inquebrantables parecen ser adaptaciones.

Ambos sexos quieren tener esposos y esposas, y los hombres, además, quieren tener más aventuras amorosas que las mujeres, aunque esto no significa que las mujeres nunca quieran tenerlas. Si nunca quisieran tenerlas, el vivo deseo que los hombres tienen de mariposear no habría evolucionado porque nunca habría sido recompensado (a menos que el mariposón pudiera hacer siempre que su conquista pensara que la estaba cortejando como si fuese una esposa, aunque, incluso en este caso, una mujer casada nunca mariposearía ni sería objeto de mariposeo). Además, los testículos masculinos nunca habrían evolucionado alcanzando unas proporciones mayores de las que tienen en los gorilas, ya que su esperma nunca habría estado en peligro de ser sobrepasado en número por el de otros. Finalmente, los sentimientos de celos que están dirigidos a las esposas no existirían, cuando, tal como hemos visto, en realidad sí que existen. El registro etnográfico demuestra que en todas las sociedades ambos sexos cometen adulterio, y que las mujeres no siempre toman arsénico ni se arrojan bajo el tren de las cinco y dos minutos procedente de San Petersburgo^[71].

¿Qué debieron ganar las mujeres al tener aventuras amorosas al punto de permitir que el deseo evolucionase? Una recompensa inmediata son los recursos. Si los hombres quieren tener relaciones sexuales por el mero hecho de tenerlas, las mujeres pueden hacerles pagar por consentir en tenerlas. En las sociedades de cazadores-recolectores, las mujeres exigen abiertamente regalos a sus amantes, por regla general, en forma de carne. Tal vez resulte ofensivo para más de uno pensar que nuestras primeras madres se entregaban simplemente para poder cenar un filete, pero para los cazadores-recolectores en tiempos de penuria, cuando las proteínas de

calidad escasean, la carne se convierte en una obsesión. (En *Pigmalión*, cuando Doolittle intenta vender a su hija Eliza a Higgins, Pickering grita «¿Acaso no tiene moral?», a lo que Doolittle replica: «No puedo permitírmela, viejo, tampoco podría permitírsela usted si fuera tan pobre como yo»). Considerado con cierto distanciamiento, parece que se trata de prostitución, pero, en cambio, para quienes se hallan inmersos en el juego puede parecer una norma de educación común, al igual que, en buena medida, una mujer de nuestra sociedad actual podría sentirse ofendida si un amante rico nunca la llevara a cenar o no gastara dinero en ella, aunque ambas partes coincidirán en negar que se trata de un *quid pro quo*. En las encuestas de distintos estudios, las estudiantes universitarias afirmaban que un estilo de vida extravagante y una predisposición a hacer regalos son cualidades importantes para escoger un amante a corto plazo, aunque no para la selección de marido^[72].

Y al igual que muchas aves, una mujer podría buscar genes del macho más apto e inversión de su esposo, porque es bastante improbable que sean el mismo hombre (sobre todo en régimen de monogamia y cuando la mujer tiene poco que decir en cuanto a su matrimonio). Las mujeres afirman que la apariencia física y la fuerza tienen más importancia en un amante que en un marido y, tal como veremos, el aspecto físico es un indicador de calidad genética. Además, cuando las mujeres tienen una aventura amorosa, por lo general escogen a un hombre de mayor estatus social que el de sus maridos; las cualidades que nos conducen a tener notoriedad social son casi seguro heredables (aunque una predilección por amantes prestigiosos puede así mismo ser de ayuda en la realización del primer motivo, la extracción de recursos). Las aventuras con hombres superiores también puede que permitan a una mujer poner a prueba su habilidad para comerciar en el mercado matrimonial, ya sea como un prelude para hacerlo, ya sea para mejorar su posición negociadora en el interior del matrimonio ya establecido. El resumen que Symons hace de la diferencia sexual en el adulterio consiste en que una mujer tiene una aventura amorosa porque siente que el hombre es en cierto sentido, superior o complementario a su marido, y un hombre la tiene porque la mujer no es su esposa^[73].

¿En una pareja sexual casual, además de tener dos cromosomas X, el hombre exige que tenga *algo más*? A veces parecería que la respuesta es que no. El antropólogo Bronislaw Malinowski refirió que ciertas mujeres de la isla Trobriand eran consideradas tan repulsivas que quedaban absolutamente privadas de relaciones sexuales. Aquellas mujeres, a pesar de ello, se las arreglaban para tener varios hijos, que los habitantes de la isla interpretaban como una prueba indudable de nacimiento virginal [partenogénesis (concepción sin fecundación)]^[74]. Con todo, una investigación más sistemática ha demostrado que los hombres, al menos los estudiantes universitarios norteamericanos, de hecho tienen ciertas preferencias en cuanto a una pareja a corto plazo. Por ejemplo, el aspecto físico es importante, y tal como veremos, la belleza es una señal de fertilidad y de calidad genética. La promiscuidad y la experiencia sexual son también consideradas bazas. Tal como Mae

West lo explicaba: «A los hombres les gustan las mujeres con pasado porque esperan que la historia se repita». Pero estas bazas se convierten en responsabilidades cuando a los hombres encuestados se les pregunta por la cualidades de las parejas a más largo plazo. En este sentido suscribían la infame dicotomía virgen-prostituta, que divide al sexo femenino en mujeres de conducta disoluta, que pueden ser descartadas como conquistas fáciles, y mujeres remilgadas, que son valoradas como esposas potenciales. Esta mentalidad suele considerarse también como un síntoma de misoginia, aunque de hecho es la estrategia genética óptima para los machos de cualquier especie que invierten en su descendencia: aparéate con cualquier hembra que te lo permita, pero asegúrate de que tu consorte no se aparee con otro macho^[75].

¿Qué buscan las mujeres en un marido? Un chocante cartel de la década de 1970 decía: «Una mujer sin un hombre es como un pez sin bicicleta». Pero al menos para las mujeres en las sociedades de cazadores-recolectores, afirmar eso mismo hubiese sido una exageración. Cuando una mujer de este tipo de sociedades se quedaba embarazada, tenía que alimentar y criar a los hijos, ella misma y su prole eran vulnerables al hambre, la deficiencia de proteínas, la depredación, la violación, el secuestro y el asesinato. Cualquier hombre que hiciese de padre a sus hijos debería encargarse de alimentarlos y protegerlos. Desde su punto de vista, él no tenía nada mejor que hacer, aunque desde el punto de vista masculino, existía una alternativa: competir por otras mujeres y cortejarlas. Los hombres varían en su capacidad y consentimiento a invertir en sus hijos, de modo que la mujer debe escoger con prudencia. Debe impresionarse por la riqueza y el prestigio social o, en el caso de hombres demasiado jóvenes para tenerlos, por los rasgos que les permitan presagiar lo uno y lo otro, como son la ambición y la laboriosidad. Todas esas características resultan inútiles, a menos que el hombre se quede a su lado una vez que la mujer queda embarazada, y los hombres tienen interés en decir que lo harán tanto si pretenden hacerlo como si no. Tal como Shakespeare escribiera: «Las promesas que los hombres hacen se convierten en los traidores de las mujeres». Una mujer debe buscar signos de estabilidad y sinceridad, al tiempo que le vendrá bien cierta aptitud para cubrirse las espaldas.

¿Qué buscarán los hombres en una esposa? Además de la fidelidad, garante de su paternidad, la esposa debe ser capaz de tener tantos hijos como le sea posible. (Como siempre, debe entenderse como el modo en que nuestros gustos están diseñados y el razonamiento no implica que un hombre quiera, en el sentido literal de la expresión, tener montones y montones de hijos). La esposa debe ser fértil, lo cual significa que debe ser sana y tener una edad en la que haya dejado de ser púber y no haya alcanzado ya la edad de la menopausia. Pero la fertilidad real de una mujer es más relevante en una cita para una única noche que en un matrimonio para toda la vida. Dado que una mujer puede tener y criar un hijo cada pocos años, y los años en los que puede quedar embarazada son finitos, cuanto más joven es la novia, más grande es el futuro de la familia. Lo cual es cierto aun cuando las novias más jóvenes, todas

ellas adolescentes, son algo menos fértiles que las mujeres que tienen más de veinte años. Resulta irónico para la teoría según la cual los hombres son unos lanzados, el hecho de tener buen ojo para las mujeres núbiles puede que haya evolucionado al servicio del matrimonio y la paternidad y no para los encuentros fugaces de una sola noche. Entre los chimpancés, por ejemplo, donde el papel del padre termina con la copulación, algunas de las hembras arrugadas y encorvadas son las más atractivas^[76].

¿Las predicciones son sólo estereotipos pasados de moda? Buss ideó un cuestionario en el que se preguntaba la importancia de dieciocho cualidades de una pareja y lo pasó a unas diez mil personas de treinta y siete países en seis continentes y cinco islas, sociedades monógamas y polígamas, tradicionales y liberales, comunistas y capitalistas. Los hombres y las mujeres de cualquier lugar otorgaban el valor más alto a la inteligencia y a la bondad y la comprensión. Pero en todos los países los hombres y las mujeres diferían en cuanto a las otras cualidades. Las mujeres valoraban la capacidad de ganar dinero más que los hombres; el tamaño de la diferencia, si bien variaba desde un tercio hasta una vez y media más, lo cierto es que siempre estaba presente. En prácticamente todos los países, las mujeres concedían un valor mayor que los hombres al prestigio social, la ambición y la laboriosidad. Y en la mayoría de países, valoraban la formalidad y la estabilidad más que los hombres. En cada uno de los países, los hombres atribuían mayor valor a la juventud y al aspecto físico que las mujeres. Por término medio, los hombres querían una novia que fuese 2,66 años más joven que ellos, mientras que las mujeres preferían novios que fueran 3,42 años mayores que ellas. Los resultados se obtuvieron nuevamente a través de estudios diferentes^[77].

Los actos de los hombres y las mujeres cuentan la misma historia. Según los contenidos de los anuncios personales, los hombres que buscan mujeres de hecho buscan personas jóvenes que tengan buen aspecto físico; las mujeres buscan hombres con seguridad económica, estatura y sinceridad. El propietario de un servicio de citas señalaba que «las mujeres se leen por completo los formularios con los distintos perfiles, mientras que los muchachos sólo se fijan en las fotografías». Entre las parejas casadas, el marido es 2,99 años mayor que la esposa, como si hubiesen dividido la diferencia entre sus preferencias^[78]. En las culturas de cazadores-recolectores, todos están de acuerdo en que algunos individuos son más atractivos que otros, y, por regla general, se trata de mujeres jóvenes y hombres de prestigio. Los hombres yanomami, por ejemplo, dicen que sus mujeres más deseables son *moko dudei*, una expresión que cuando la aplican a la fruta tiene el significado de su estado de madurez perfecto, y que cuando la aplican a las mujeres significa entre los quince y los diecisiete años de edad. Cuando se les mostraron diapositivas, los observadores occidentales de ambos sexos estaban de acuerdo con los hombres yanomami en que las mujeres *moko dudei* eran las más atractivas^[79]. En nuestra sociedad, el mejor indicador de la riqueza de un hombre es el aspecto físico de su esposa, y el mejor indicador del aspecto físico de una mujer es la riqueza de su

marido. Secretarios de Estado de aspecto orondo como Henry Kissinger y John Tower son considerados *sex symbols* y mujeriegos. Los octogenarios señores del petróleo como J. Paul Getty y J. Howard Marshall se casaron con mujeres lo bastante jóvenes como para ser sus nietas, como la modelo Anna Nicole Smith. Las estrellas del rock como Billy Joel, Rod Stewart, Lyle Lovett, Rick Ocasek, Ringo Starr y Bill Wyman, que no son desde su atractivo físico nada especial, se casaron con actrices y supermodelos espléndidas. Con todo, la que fuera representante Patricia Schroeder en el Congreso afirmaba que había observado que una congresista de media edad no irradiaba el mismo magnetismo animal en el sexo opuesto que conseguían irradiar los congresistas masculinos de mediana edad^[80].

Una réplica evidente es que las mujeres valoran a los hombres ricos y poderosos porque son los hombres quienes tienen la riqueza y el poder. En una sociedad sexista, las mujeres tienen que casarse antes de conseguir lo uno y lo otro. La alternativa ha sido probada y refutada. Las mujeres con salarios importantes, titulación superior, profesiones prestigiosas y una alta autoestima colocan un *mayor* valor en la riqueza y el prestigio social de un marido que las demás mujeres. Lo mismo hacen los líderes de las organizaciones feministas. Los hombres pobres no atribuyen mayor valor a la riqueza y la capacidad de ganar dinero de una esposa que el resto de los hombres. Entre los bakweri del Camerún, las mujeres son más ricas y poderosas que los hombres, y aun así insisten en que los hombres traigan dinero^[81].



El humorista Fran Lebowitz dijo, en cierta ocasión aprovechando una entrevista: «Las personas que se casan porque están enamoradas cometen un ridículo error. A mi entender, tiene mucho más sentido que una persona se case con su mejor amiga o amigo, ya que le *gusta* más ésta o éste que cualquier otra persona de la que se llegue a enamorar. Además, al escoger a nuestros mejores amigos no lo hacemos porque tengan una linda nariz, y, en cambio, es precisamente esto lo que hacemos al casarnos, ya que llegamos a decir *pasaré el resto de mi vida contigo porque me gustan tus bonitos labios*»^[82].

Se trata de un *enigma* y el lugar más evidente donde encontrar una respuesta es en el hecho de que no tenemos hijos con nuestros mejores amigos, sino con las personas con las que estamos casados. Puede que nos preocupemos por unos milímetros de carne en tal sitio o tal otro, porque es una señal perceptiva de un rasgo más profundo que no puede medirse de forma directa: ¿cuán bien dotado debe estar el cuerpo de una persona para hacer de padre o madre de los hijos? Con la aptitud para ser madre o padre sucede lo mismo que con cualquier otro rasgo del mundo, a saber, que no está escrita en una etiqueta sino que debe inferirse a partir de las apariencias, utilizando para ello suposiciones acerca del modo en que el mundo funciona.

En realidad, ¿estamos equipados con un buen ojo innato para la belleza? ¿Qué sucede entonces con los distintos nativos que, tal como muestran los reportajes del *National Geographic*, se liman los dientes, se alargan el cuello poniéndose montones de anillos, se tatúan a fuego las mejillas o se insertan platos en los labios? ¿Qué sucede con las obesas mujeres de Rubensy con la modelo Twiggy en la década de 1960? ¿Acaso no demuestran todos estos ejemplos que los criterios de belleza son arbitrarios y varían caprichosamente? Tal parecería ser la suposición tácita del argumento que subyace a los reportajes del *National Geographic*, pero es evidentemente falso. Los seres humanos decoran sus cuerpos por muchas razones, entre ellas, para parecer ricos, para parecer bien relacionados, para tener aspecto de duros y fuertes, para parecer «in», para acceder, una vez superada una dolorosa fase de iniciación, como miembros a un grupo de élite. Con el atractivo sexual sucede algo diferente. Los miembros de una cultura están, en general, de acuerdo con otras personas ajenas a esa cultura acerca de quién es o no hermoso, y en todas partes existe el deseo de tener parejas con buen aspecto. Incluso los niños de tres meses prefieren mirar un rostro hermoso^[83].

¿Qué interviene en el atractivo sexual? Ambos sexos quieren desposarse con un individuo que se haya desarrollado de forma normal y no tenga tipo alguno de infección. Un cónyuge sano no sólo es vigoroso, no es contagioso y es más fértil, sino que esta resistencia hereditaria del consorte a los parásitos locales se transmitirá a sus hijos. En el transcurso de nuestra evolución, no hemos desarrollado estetoscopios o depresores orgánicos, pero sí que tenemos un buen ojo para la belleza que se encarga de hacer prácticamente lo mismo. La simetría, la ausencia de deformidades, la limpieza, una piel sin manchas, ojos claros y dientes intactos son rasgos atractivos en todas las culturas. Los ortodontólogos han descubierto que un rostro atractivo tiene los dientes y las mandíbulas dispuestas en una alineación óptima para masticar. Un pelo exuberante siempre es agradable, posiblemente porque demuestra no sólo el estado de salud actual, sino también el que se tendrá en años posteriores. La malnutrición y la enfermedad debilitan el cabello a medida que crece en el cuero cabelludo, haciendo que se vuelva quebradizo. Llevar el cabello largo supone un largo historial de buena salud^[84].

Un signo más sutil que indica la posesión de buenos genes es la buena proporcionalidad. No nos referimos a tener un atractivo medio, ciertamente, sino a que cada parte del rostro tenga un tamaño y forma medios y proporcionados. La medida de un rasgo en una población local es una buena estimación del diseño óptimo que ha sido favorecido por la selección natural. Si nos formásemos un compuesto con los rostros de las personas de sexo opuesto que hay alrededor, obtendríamos una idea de la pareja más apta con la cual medir a cada candidato. La exacta geometría facial de una raza local o grupo étnico no precisaría entonces que estuviera incorporada y, de hecho, los rostros compuestos, ya se formen a partir de superposición de negativos en una ampliadora o de sofisticados algoritmos de

gráficos por ordenador, son más hermosos o más apuestos que los rostros individuales que los componen^[85].

Los rostros promedio son un buen principio, pero ciertos rostros son aún más atractivos que el rostro medio. Cuando los muchachos llegan a la pubertad, la testosterona fortalece los huesos de sus mandíbulas, cejas y región nasal. Los rostros de las muchachas crecen de forma más uniforme. La diferencia en la geometría tridimensional nos permite distinguir una cabeza de hombre respecto a una de mujer aun cuando ambas estén calvas y rasuradas. Si la geometría del rostro de una mujer es similar a la de un hombre, la mujer es más fea; si es menos similar, entonces es considerada más hermosa. La belleza en una mujer proviene de una mandíbula corta, delicada y suavemente curva, un mentón pequeño, una nariz y una mandíbula superior pequeñas, y una frente lisa sin cejas salidas. Los «pómulos salientes» de una mujer hermosa no se deben a huesos sino a tejido blando, y contribuyen a la belleza de la mujer porque el resto de las partes de un rostro hermoso (las mandíbulas, la frente y la nariz) son en comparación pequeñas.

¿Por qué las mujeres de aspecto masculino son menos atractivas? Si el rostro de una mujer está masculinizado, probablemente tendrá mucha testosterona en su sangre (un síntoma de muchas enfermedades); si tiene demasiada testosterona, es probable que sea estéril. Otra explicación es que los detectores de belleza son, en realidad, detectores del rostro femenino, diseñados para distinguirlos de cualquier otro objeto en el mundo, y afinados para minimizar el riesgo de falsa alarma, que suscita la presencia de un rostro masculino, el cual es por añadidura el objeto más similar a un rostro femenino. Cuanto menos masculino es un rostro, más intensa es la señal del detector. Una ingeniería similar podría explicar por qué los hombres con rostros sin rasgos femeninos son más atractivos. Un hombre con una gran mandíbula angular, un mentón fuerte y unas cejas prominentes corresponde sin duda a un macho adulto con hormonas masculinas normales.

Mediante el duro cálculo de la selección natural, las mujeres jóvenes que todavía no han tenido hijos son las mejores esposas, porque tienen ante sí una carrera reproductiva más larga y no tienen los hijos de otro hombre detrás. Los signos de juventud y los signos de no haber estado nunca embarazada harán que una mujer parezca más hermosa. Las mujeres adolescentes tienen los ojos más anchos, labios más carnosos y rojos, una piel más suave, más hidratada y tersa así como unos senos más firmes, todos ellos ingredientes reconocidos de la belleza. Con la edad, los huesos faciales de la mujer se alargan y curten, lo mismo que con los embarazos. Por tanto, un rostro de mandíbulas pequeñas y huesos ligeros es una pista que indica la presencia de cuatro virtudes reproductivas: ser hembra, tener las hormonas correctas, ser joven y no haber quedado aún embarazada. La ecuación de la juventud y la belleza a menudo suele considerarse el pilar en el que se basa la obsesión norteamericana por la juventud, aunque según este modo de razonar podríamos decir que todas las culturas se obsesionan con los jóvenes. Con todo, la Norteamérica

contemporánea está menos orientada a los jóvenes. La edad de las modelos de la revista *Playboy* ha *aumentado* durante las décadas y, en la mayoría de épocas y lugares, las mujeres con más de veinte años han sido consideradas ya bastante mayores. La apariencia física del hombre no declina tan rápidamente cuando se hacen mayores, no por la existencia de un doble criterio en nuestra sociedad, sino porque la fertilidad del hombre no declina tan rápidamente con el paso de los años^[86].

En la pubertad, las caderas de una chica se hacen más anchas porque la pelvis crece y la grasa se deposita en sus caderas, una reserva de calorías disponible para alimentar el cuerpo durante el embarazo. La proporción de la talla de la cintura y de la cadera decrece en casi todas las mujeres fértiles hasta situarse entre un 0,67 y un 0,80, mientras que en el caso de los hombres, los niños y las mujeres posmenopáusicas se sitúa entre el 0,80 y el 0,95. En el caso de las mujeres, se ha hallado que una proporción inferior entre cadera y cintura es un correlato de juventud, salud, fertilidad, no estar embarazada y no haberlo estado nunca. La psicóloga Devendrá Singh ha mostrado fotografías e imágenes generadas por ordenador de cuerpos femeninos de diferentes tamaños y formas a centenares de personas de diversas edades, sexos y culturas. Todo el mundo encuentra que una proporción del 0,70 o inferior es la más atractiva. La proporción capta la antigua idea de la figura escultural, con la cintura de avispa y las medidas 36-24-36 ideales. Singh midió así mismo las medidas en las chicas de los despleables del *Playboy* y en las vencedoras de los premios de belleza durante siete décadas. El peso había disminuido, pero la proporción entre cintura y cadera había permanecido siendo la misma. Incluso la mayoría de las figurillas de Venus del Paleolítico Superior, esculpidas hace miles de años, tienen las proporciones idóneas^[87].

La geometría de la belleza fue en otro tiempo un indicador de juventud, salud y de no haber estado embarazada, aunque hoy en día ha dejado de serlo. Las mujeres en la actualidad tienen menos bebés, los tienen más tarde y están menos expuestas a los elementos, además de estar mejor alimentadas y menos acosadas que sus antepasadas por las enfermedades. Aun teniendo ya mediana edad, la mujer parece una adolescente ancestral. Las mujeres disponen así mismo de una tecnología para estimular y exagerar las señales de juventud, feminidad y salud: sombra de ojos (para alargar los ojos), lápiz de labios, pintura para las cejas (para sacar partido del mecanismo figura/sombreado que vimos en el **capítulo 4**), productos que incrementan el brillo, el grosor y el color del cabello, sujetadores y ropa que simulan los senos turgentes así como centenares de ungüentos que supuestamente dan a la piel un aspecto joven. La dieta y el ejercicio mantienen la cintura más delgada y disminuyen la proporción cintura-cadera, al punto que toda una ilusión es diseñada mediante corpiños, sujetadores, miriñaques, recubrimientos para los bustos, cotillas, fajas, pliegues y cinturones de hebilla ancha, pues la moda femenina nunca ha adoptado fajas abultadas.

Fuera de la literatura científica, se ha escrito más sobre el peso de las mujeres que sobre cualquier otro aspecto de la belleza. En Occidente, las mujeres que aparecen en las pantallas cinematográficas han ido pesando cada vez menos conforme transcurrían las décadas. Este hecho ha sido considerado como una prueba de la arbitrariedad de la belleza y de la opresión sobre las mujeres, seres de los cuales se espera que se ajusten a estos criterios por muy irracionales que puedan parecer. Las modelos esbeltas y delgadas suelen ser las culpables de la anorexia nervosa que padecen las adolescentes, y al tema se le ha dedicado un libro recientemente publicado, *Fat Is a Feminist Issue*. Con todo, el peso puede que sea la última parte en importancia de la belleza. Singh descubrió que la mujer obesa y la mujer delgada son consideradas menos atractivas (y de hecho son menos fértiles), pero que existe una gama de pesos considerados atractivos y que la figura (la proporción entre la cintura y la cadera) es más importante que la talla^[88]. Todo el revuelo que suscita la delgadez se aplica más a mujeres que posan para otras mujeres que a mujeres que posan para hombres. Twiggy y Kate Moss son modelos de pasarela, no modelos fotográficas; Marilyn Monroe y Jayne Mansfield eran modelos fotográficas, no modelos de pasarela. El peso es un factor principal en la competición entre las mujeres para conseguir el prestigio social en una época en la que las mujeres ricas probablemente son más esbeltas que las pobres, inversamente a lo que es habitual.

Con todo, las mujeres que posan para ambos sexos son hoy más delgadas que sus homologas en otras épocas históricas, y puede que se deba a razones distintas de los simples cambios en los signos de estatus social. Creo que las chicas esbeltas de los despleables centrales y las supermodelos actuales no habrían tenido dificultad en encontrar novio en cualquier época de la historia, porque *no* son como las mujeres flacas que sí solían ser evitadas en siglos pasados. Las partes del cuerpo no varían de forma independiente unas de otras. Los hombres altos tienden a tener pies grandes, las personas con cinturas gruesas suelen tener papada y así sucesivamente. Las mujeres desnutridas tienden a tener cuerpos más masculinos, mientras que las que están bien nutridas, cuerpos más femeninos, de modo que desde un punto de vista histórico las mujeres atractivas puede que tendieran a ser más fuertes. Ni un tipo ni otro de mujer tiene la figura más hermosa concebible —pongamos por caso la de Jessica Rabbit—, porque los cuerpos reales no evolucionan como los señuelos sexuales de los dibujos animados. Son compromisos alcanzados entre las exigencias de atractivo, movilidad, sustentación del propio cuerpo, maternidad, cría de los hijos y sobrevivencia a las hambrunas. Quizá la tecnología moderna *ha* fabricado un señuelo sexual, no con la ayuda de un pincel de dibujante, sino con la selección artificial. En un mundo de cinco mil millones de seres humanos es casi un destino obligado que haya mujeres con pies anchos y cabezas pequeñas, hombres con orejas grandes y cuellos delgados, así como cualquier otra combinación de partes corporales que se quiera especificar. Puede que existan unos pocos miles de mujeres con combinaciones caprichosas de cinturas pequeñas, abdómenes planos, senos grandes y

firmes y curvas de caderas de talla media, ilusiones ópticas que disparan la alarma de los dispositivos de detección de la fertilidad y la ausencia de hijos. Cuando corre el rumor de que, con sus caprichosos i cuerpos, pueden ganar fama y fortuna, esculpen sus cuerpos y realzan sus encantos con maquillaje, ejercicio y sometiéndose a sesiones de fotografía artística. Los cuerpos que aparecen en los anuncios de cerveza puede que sean distintos a cualquier otra cosa vista en la historia.

La belleza no es, tal como algunas feministas han afirmado, una conspiración tramada por los hombres para convertir en objetos a las mujeres y oprimirlas. Las sociedades *realmente* sexistas tapan a las mujeres con chadores de la cabeza a los pies. A lo largo de toda la historiadados críticos de la belleza han sido hombres poderosos, líderes religiosos, a veces mujeres mayores, y médicos, que siempre afirman que la última tendencia en cuanto a belleza femenina es peligrosa para la salud de las mujeres. Los entusiastas son las propias mujeres. La explicación es simple economía y política (aunque no el análisis ortodoxo feminista —bastante insultante para las mujeres, sea dicho de paso—, según el cual las mujeres han sido engañadas y se les ha lavado el cerebro para que se dejen la vida por algo que en realidad no quieren). Las mujeres en las sociedades abiertas quieren tener un buen aspecto físico porque ello les permite una posibilidad de competir para encontrar maridos, prestigio social y recibir la atención de personas poderosas. Los hombres en las sociedades cerradas odian la belleza porque hace ser a sus esposas e hijas atractivas de forma indiscriminada, y da a las mujeres una medida de control sobre los beneficios de su propia sexualidad arrebatándoselos a los hombres (y, en el caso de las hijas, retirándoselos a sus madres). Una economía similar hace que los hombres quieran tener un buen aspecto, también, pero las fuerzas del mercado son más débiles o diferentes, porque el aspecto físico de los hombres les importa menos a las mujeres de lo que el aspecto físico de ellas les importa a los hombres^[89].

Si bien la industria de la belleza no es una conspiración contra las mujeres, tampoco es inocente. Calibramos nuestro buen ojo para la belleza en relación a las personas que vemos, entre ellas nuestros vecinos virtuales que viven en los medios de comunicación. Una dieta diaria de personas virtuales caprichosamente bellas puede recalibrar las escalas y hacer que las reales, incluyéndonos en ellas a nosotros mismos, parezcan feas^[90].



Para los humanos, al igual que sucede con las aves, la vida es complicada a causa de dos de sus hábitos reproductivos. Los machos invierten en su descendencia, pero la fertilización sucede fuera de la vista, en el interior del cuerpo de la hembra, de modo que un macho nunca sabe cuál es su prole. Una hembra, en cambio, está segura de que cualquier huevo o recién nacido que sale de su cuerpo lleva sus genes. Un macho burlado es peor que otro célibe en la lucha evolutiva, y las aves macho han

desarrollado defensas contra ello al igual que los humanos, como atestigua la presencia de la celotipia sexual en todas las culturas^[91].

En ambos sexos, el pensamiento de una pareja que flirtea con otros suscita un sentimiento de celos intensos, pero sus emociones son distintas en dos sentidos. En primer lugar, los celos, en el caso de las mujeres, parecen estar controlados por un software más sofisticado y pueden evaluar sus circunstancias y determinar si el comportamiento del hombre supone una amenaza para sus intereses últimos. Los celos en el caso de los hombres son más crudos y se desencadenan de una forma más fácil. (De todas maneras, una vez desencadenada la reacción, los celos de las mujeres parece que son vividos de forma tan intensa como en el caso de los hombres). En la mayoría de las sociedades, ciertas mujeres comparten fácilmente marido, aunque lo cierto es que en ninguna sociedad los hombres comparten fácilmente una esposa. Una mujer que tenga relaciones sexuales con otro hombre es *siempre* una amenaza para los intereses genéticos del hombre, porque ella podría engañarle y hacerle trabajar por los genes de un competidor suyo; en cambio, un hombre que tenga relaciones sexuales con otra mujer no supone necesariamente una amenaza para los intereses genéticos de una mujer, porque su hijo ilegítimo es el problema de otra mujer. Sólo se trata de una amenaza si el hombre desvía la inversión de la primera mujer y sus hijos a la otra mujer y su prole, de forma temporal o, en el caso del abandono, permanente.

Por tanto, hombres y mujeres tienen celos de cosas diferentes. Los hombres se sentirán violentos ante el pensamiento de que sus esposas o novias tengan relaciones sexuales con otro hombre; las mujeres se sentirán violentas al pensar que sus maridos o novios dispensan tiempo, recursos, atención y afecto a otra mujer. Desde luego que a nadie le gusta pensar que su pareja ofrece relaciones sexuales o afecto a alguien más, pero aun entonces las razones pueden que difieran: los hombres tal vez se sientan alterados por el afecto dado que podría conducir a tener relaciones sexuales, mientras que las mujeres lo estarán por las relaciones sexuales, ya que podrían conducir al afecto. Buss descubrió que los hombres y las mujeres se ponían tan celosos por el pensamiento de las relaciones sexuales enajenadas como por el pensamiento de que el afecto era enajenado, pero cuando se les pedía que escogieran su tortura, la mayoría de los hombres afirmaban que se sentían alterados por el pensamiento de que su pareja les fuera infiel más desde un punto de vista sexual que emocional, y, en cambio, la mayoría de las mujeres mostraban tener la reacción opuesta. (Las mismas diferencias se hallan presentes cuando hombres y mujeres imaginan a sus parejas siéndoles infieles *tanto* sexual *como* emocionalmente y se les pregunta qué aspecto de la traición les molesta más. Este hecho muestra que la diferencia sexual no es sólo cuestión de hombres y mujeres con diferentes expectativas acerca del comportamiento que deben tener sus parejas, sino que los hombres se preocupan de que las mujeres se enamoren al tener relaciones sexuales, y las mujeres de que un hombre enamorado mantenga también relaciones sexuales). Entonces Buss dio un paso más e intentó medir las reacciones colocando electrodos en sus interlocutores al

tiempo que les pedía que se imaginaran los dos tipos de traición. Los hombres sudaban, fruncían el entrecejo y el corazón les palpitaba más cuando se les mostraban imágenes de la traición sexual; las mujeres sudaban, fruncían el entrecejo y el corazón les palpitaba más cuando las imágenes correspondían a la traición emocional. (Mencioné ya el experimento en el **capítulo 4** como un ejemplo del poder de las imágenes mentales). Resultados semejantes se han hallado también en diferentes países tanto europeos como asiáticos^[92].

Para cometer adulterio son precisas dos personas, y los hombres, siempre el sexo más violento, han dirigido su enojo tanto hacia una parte como hacia la otra. La causa más importante de malos tratos y homicidio en el matrimonio son los celos sexuales, casi siempre manifestados por el hombre. Los hombres golpean y matan a sus esposas y novias para castigarlas por una infidelidad que puede ser real o imaginada y así disuadirlas de serles infieles o de abandonarles. Las mujeres golpean y matan a sus maridos en legítima defensa o después de años de ser víctimas de malos tratos. Los detractores del feminismo han aprovechado toda oportunidad para decir que las estadísticas nos enseñan que los hombres norteamericanos son víctimas de homicidios y apaleamientos cometidos por sus esposas casi tan a menudo como las mujeres. Con todo, esto no es cierto en la inmensa mayoría de las comunidades, e incluso en las pocas donde sí lo es, los celos y la intimidación que ejerce el marido son casi siempre la causa desencadenante. A menudo un hombre morbosamente celoso encerrará a su esposa en casa e interpretará cualquier llamada de teléfono que reciba como una prueba más de la infidelidad de ella. Las mujeres se hallan más expuestas al peligro cuando amenazan con abandonar al hombre o, simplemente, le abandonan. El marido abandonado puede acosarla, darle caza y ejecutarla, siempre basándose en el mismo argumento: «Si no puedo tenerla yo, nadie más la tendrá». El crimen es inexcusable, pero es el resultado indeseado de una táctica paradójica, de una máquina de destrucción total. Para cada esposa o novia que acaba muerta, tienen que haber miles de amenazas hechas creíbles por signos que indican que el hombre está lo bastante loco como para cumplirlas con independencia de cuál sea el coste que comporten^[93].

Son muchas las autoridades que achacan la violencia contra las mujeres a un rasgo u otro de la sociedad norteamericana, ya sea la circuncisión, los juguetes bélicos, James Bond o el fútbol americano. Con todo, es un fenómeno que se halla presente en todo el mundo, incluso en las sociedades de cazadores y recolectores. Entre los yanomami, un hombre que sospecha que su esposa le es infiel puede darle un tajo con un machete, dispararle una flecha, quemarla con una brasa ardiente, cortarle las orejas o matarla. Incluso entre los idílicos kung san del desierto del Kalahari en el África meridional, los hombres golpean a sus mujeres cuando sospechan que les son infieles. Dicho sea de paso, ninguno de estos hechos antropológicos «condona» la violencia o implica que no sea «culpa del hombre» tal como a veces se ha sostenido. Estos *non sequiturs* podrían vincularse a *cualquier*

explicación, como la teoría feminista común según la cual los medios de comunicación que glorifican la violencia contra las mujeres les lavan el cerebro a los hombres.

En todo el mundo, los hombres golpean y matan a quienes les burlan o sospechan que les burlan. Recuérdese que la rivalidad por las mujeres es la principal causa de violencia, homicidio y belicosidad entre las tribus de cazadores y recolectores. Tal como se dice en el libro de los Proverbios [6, 34]: «Porque los celos excitan el furor del marido, y no tendrá compasión en el día de la venganza».

A diferencia de las aves, en cambio, los seres humanos conectan sus celos sexuales en un nicho cognitivo desbordante. Los seres humanos piensan en metáforas, y la metáfora que los hombres siempre utilizan para las esposas es la propiedad. En su ensayo «El hombre que confundió a su esposa con un castillo», Wilson y Daly demuestran que los hombres no sólo tienen por objetivo el control de sus esposas y rechazar a los rivales, sino que afirman un *derecho* sobre sus esposas, sobre todo, en cuanto a su capacidad reproductiva, que es idéntico al derecho de un propietario sobre su propiedad inmobiliaria. Un propietario puede vender, intercambiar o disponer de sus posesiones, puede modificarlas sin que haya intromisión de terceras partes y puede exigir resarcimiento y compensación por robo o daños. Estos derechos son reconocidos por el resto de la sociedad y pueden hacerse cumplir por medio de represalias colectivas. En una cultura tras otra, los hombres han desarrollado el dispositivo cognitivo completo de la propiedad al concebir sus relaciones con sus esposas, y hasta fecha muy reciente han formalizado la metáfora en los códigos de leyes.

En la mayoría de las sociedades, el matrimonio es una patente transferencia del padre al marido de la propiedad que es una mujer. En nuestra propia ceremonia del matrimonio, el padre de la novia todavía «la entrega», aunque lo más habitual es que la venda. En un setenta por ciento de las sociedades, hay alguien que paga cuando dos se casan. En el noventa y seis por ciento de ellas, el novio o su familia paga a la familia de la novia, a veces en efectivo o con una hija, a veces como prestación de servicios a la familia de la novia, mediante la cual el novio trabaja para el padre de la novia durante un período establecido e inamovible. (Como sucede con Jacob en la Biblia, que trabajó para Laban durante siete años para tener el derecho de casarse con su hija Raquel, aunque el astuto Laban sustituyó en la boda a Raquel por su otra hija, Lea, de modo que Jacob tuvo que trabajar *otros* siete años para adquirir a Raquel como su segunda esposa). Las dotes, una figura mucho más familiar para nosotros, no son una imagen especular de la riqueza de la novia, porque va destinada a los recién casados y no a los padres de la novia^[94]. El marido notifica a los otros hombres su nueva propiedad siguiendo una costumbre que aún hoy adoptan muchas parejas modernas. La mujer, y no el hombre, lleva un anillo de prometida, en algunas sociedades lleva el apellido de su esposo y recibe una nueva forma de tratamiento social como señora o «señora de».

Los seres humanos controlan lo que es su propiedad, y los maridos (y antes de ellos los padres y los hermanos) han controlado la sexualidad de las mujeres. Para ello se han servido de damas de compañía, velos, pelucas, chadores, discriminación sexual, confinamiento, atarlas de pies, mutilación genital y los múltiples diseños de cinturones de castidad que, hasta la fecha, se han ideado. Los déspotas no sólo tenían harenes, sino que los mantenían vigilados. En las sociedades tradicionales, «proteger a una mujer» era un eufemismo para mantenerla casta. (Mae West señalaba en este sentido: «Los hombres siempre dicen que te protegen, pero nunca dice de qué»). Sólo las mujeres fértiles eran controladas de ese modo, las niñas y las mujeres menopáusicas gozaban de mayor libertad.

La palabra *adulterio* está relacionada con el término *adulterare*, y se refiere a hacer impura a una mujer introduciéndole una sustancia impura. El infame doble rasero, según el cual el flirteo de una mujer casada es castigado más severamente que el de un hombre casado, es una figura habitual de los códigos legales y morales en todo tipo de sociedades. El principio sobre el cual se basa fue expresado de forma sucinta cuando James Boswell señaló que «existe una gran diferencia entre el delito de infidelidad cometido por un hombre y el cometido por su esposa», y Samuel Johnson replicó: «La diferencia es ilimitada, pues el hombre no impone bastardos a su esposa»^[95]. Tanto la mujer casada como su amante son habitualmente castigados (a menudo con la muerte), pero la simetría es ilusoria, porque es la condición marital de la mujer y no la del hombre la que hace del adulterio un crimen, sobre todo, un crimen contra su esposo. Hasta fecha reciente, la mayoría de sistemas legales del mundo trataban el adulterio como una violación o agravio indemnizable de la propiedad. El marido tenía derecho a recibir una indemnización por los daños, una restitución de la dote que había recibido de la familia de la novia al casarse, el divorcio o el derecho a ejercer una venganza cruenta. La violación era una ofensa contra el marido de una mujer, no contra la mujer. La fuga era considerada como el rapto de la hija a su padre. Hasta fecha muy reciente, la violación de una mujer por su marido no era un crimen, sino que incluso llegaba a ser un concepto coherente, ya que los maridos eran quienes tenían un derecho a mantener relaciones sexuales con sus esposas.

En todo el mundo anglosajón, el derecho consuetudinario reconoce tres circunstancias que reducen el asesinato a homicidio involuntario: en defensa propia, la defensa de parientes próximos y el que haya habido contacto sexual con la esposa del hombre. (Wilson y Daly señalan que son tres amenazas de primera importancia al concepto de aptitud darwiniana). En varios estados norteamericanos, entre ellos Texas en una fecha tan reciente como 1974, un hombre que descubriera a su esposa en flagrante delito de adulterio y matara a su amante, no era considerado culpable del crimen. Incluso hoy en día, en muchos lugares este tipo de homicidios no son perseguidos judicialmente o el asesino es tratado de forma clemente. La furia celosa

ante el adulterio de una esposa es uno de los modos en que se espera que se comporte un «hombre razonable».



Me gustaría desarrollar la psicología evolutiva de la sexualidad sin tener que abordar las digresiones acerca de la teoría feminista, un desiderátum que, en el clima intelectual contemporáneo, resulta del todo imposible. El enfoque darwiniano del sexo a menudo es atacado como antifeminista, aunque esta crítica es simplemente errónea. En realidad, la acusación resulta desconcertante, sobre todo, para las feministas que han desarrollado y puesto a prueba la teoría. El núcleo del feminismo sin duda tiene por meta terminar con la discriminación y la explotación sexuales, una postura ética y política que no corre el riesgo de ser refutada por ninguna teoría o descubrimiento científico previsible. Incluso el espíritu de la investigación científica no supone ninguna amenaza para los ideales feministas. Las diferencias sexuales documentadas hasta la fecha pertenecen al dominio de la psicología de la reproducción, pero no al del valor político o económico, y resultan odiosas para los hombres y no para las mujeres. Las diferencias deben realzar la toma de conciencia del incesto, la explotación, el acoso sexual, la ofensa, los malos tratos, la violación (incluyendo la violación durante el noviazgo y la marital), así como de la existencia de códigos legales que discriminan negativamente a las mujeres. Si las diferencias entre los sexos demuestran que los hombres están especialmente tentados a cometer determinados crímenes contra las mujeres, la consecuencia que debe sacarse es que las fuerzas de disuasión deben ser más seguras y más severas, pero en ningún caso que los crímenes sean de por sí y de algún modo menos deplorables. Incluso las explicaciones evolutivas de la división tradicional del trabajo según el sexo no implican que sea algo inalterable, «natural» en el sentido de buena, o algo que deban verse obligados a cumplir los hombres o las mujeres individuales que no quieran hacerlo.

En realidad, aquello que la psicología evolutiva desafía no son las nietas del feminismo, sino partes de la ortodoxia moderna acerca de la mente que han sido asumidas por las figuras intelectuales dominantes en el feminismo. Una de estas ideas es que las personas están diseñadas para llevar a cabo los intereses de su clase y sexo y no aquellos que propiamente surgen de sus creencias y deseos. Una segunda idea es que los padres forman las mentes de los hijos y que las mentes de los adultos están formadas por el lenguaje y las imágenes que difunden los medios de comunicación. Una tercera descansa en la doctrina romántica según la cual las inclinaciones naturales son buenas y que los motivos innobles provienen siempre de la sociedad.

Detrás de muchas de las objeciones a la teoría darwiniana de la sexualidad humana se halla la premisa, no enunciada de forma explícita, según la cual la naturaleza es buena. En efecto, se supone que las relaciones sexuales son algo natural

y, por ende, bueno; por tanto, si alguien afirma que los hombres las desean más que las mujeres, ello implicaría que los hombres son personas sanas desde un punto de vista mental y las mujeres, en cambio, son neuróticas y reprimidas. Esa conclusión resulta inaceptable, por tanto la afirmación según la cual los hombres desean más que las mujeres tener relaciones sexuales sin que den paso a una relación formal no puede ser correcta. Lo mismo sucede con la afirmación según la cual el deseo sexual es bueno y, en consecuencia, si los hombres violan para tener relaciones sexuales (y no como expresión de su enojo hacia las mujeres), la violación no resultaría ser tan mala. Pero la violación, sea de la índole que sea, es un mal, por tanto la afirmación según la cual los hombres violan para tener relaciones sexuales no puede ser correcta. Dicho de un modo más general, esta premisa tácita afirmaría que aquello que de forma instintiva les gusta a los seres humanos es bueno y que, por tanto, si a la gente le gusta la belleza, la belleza será un signo de valor. Ahora bien, la belleza no es ningún signo de valor, por tanto la afirmación de que a las personas les gusta la belleza no puede ser correcta.

Este tipo de argumentos combina una mala biología (la naturaleza es buena), una mala psicología (la mente es creada por la sociedad) y una mala ética (aquello que le gusta a la gente es bueno). El feminismo no perdería nada si abdicara de esta serie de argumentos^[96].

Rivales

En todas partes los seres humanos procuran conseguir una sustancia fantasmática llamada autoridad, distinción, dignidad, dominio, eminencia, estima, carisma, posición, preeminencia, prestigio, rango, consideración, reputación, respeto, posición, talla o estatus sociales. Para ello pasan hambre, arriesgan sus vidas y agotan su riqueza en la búsqueda de los jirones y medallas que los materializan. El economista Thorstein Veblen señaló que las personas sacrificaban tantas necesidades de la vida para impresionarse unos a otros, que parecen responder a una «necesidad espiritual superior». El prestigio social y la virtud se hallan muy cerca uno de otra en el juicio de la gente, como se puede apreciar en palabras como *caballeroso, elegante, cortés, educado, honorable, noble y regio*, y sus opuestos *mal educado, vulgar, pobre, mediocre, repulsivo, tosco, andrajoso y plebeyo*. Cuando se trata de las fruslerías de la apariencia personal, expresamos nuestra admiración por el gusto empleando metáforas éticas como *justo, bueno, correcto e intachable*, y censuramos lo desastrado y vulgar con tonalidades que generalmente se reservan para el pecado, una actitud que el historiador del arte Quentin Bell denominó «moralidad de la elegancia en el vestir»^[97].

¿Hay algún modo de construir un organismo inteligente? ¿De dónde provienen estos poderosos motivos?

Muchos animales se mueven realizando inútiles paradas y rituales, aunque las causas selectivas que dan cuenta de su presencia han dejado de ser ya un misterio. Este hecho encierra una idea esencial, y es que las criaturas difieren en su modo de herir y ayudar a los demás individuos. Algunos son más fuertes o más feroces o aun más venenosos que otros, y algunos tienen mejores genes o son más pródigos. Pero tanto unos como otros, en la medida en que son potentes criaturas quieren que todos sepan que lo son, al tiempo que las criaturas a las que pretenden impresionar quieren *así mismo* saber cuáles son realmente potentes. Pero dado que a cualquier criatura le resulta imposible mostrar ante las otras criaturas su ADN, masa muscular, composición química, ferocidad y otras muchas características internas, no les queda más remedio que ser consecuentes y dar publicidad a su valor mediante una señal. Por desgracia, las criaturas que tienen menos importancia pueden imitar la misma pauta de exhibición y cosechar los beneficios que de ella derivan al tiempo que devalúan el valor de la señal para cualquier otra criatura. La carrera continúa en el caso de las criaturas consecuentes para llegar a tramar una exhibición que resulte más difícil de imitar, al tiempo que las menos importantes intentan imitar mejor y las terceras partes intentan aguzar sus facultades de discriminación. Al igual que sucede con el papel moneda, las señales son inimitablemente llamativas e intrínsecamente carentes de valor, pero son tratadas como si lo tuvieran y *son* valiosas porque todo el mundo las trata como tales^[98].

La preciosa materia que se halla detrás de estas exhibiciones puede dividirse en *dominio*, quién puede herir a quién, y prestigio social, quién ayuda a quién. A menudo van unidos, porque quienes son capaces de herir, también pueden ayudar gracias a su capacidad de herir a otros, aunque resulta conveniente examinarlos por separado.



Mucha gente ha oído hablar de jerarquías de dominio, órdenes jerárquicas y machos alfa, que se hallan extendidos por el reino animal. Los animales de la misma especie no luchan a muerte cada vez que impugnan algo que tiene valor. Disponen de una lucha ritualizada, o una muestra de armas, o se enfrentan sencillamente desafiándose con la mirada y uno de los contendientes se retira. Konrad Lorenz y algunos de los primeros etólogos pensaban que los gestos de rendición ayudaban a preservar la especie de la aniquilación y que los seres humanos se hallaban en peligro precisamente porque habían perdido esa gestualidad en su conjunto. Pero era una idea que derivaba de una falacia según la cual los animales evolucionan en beneficio de la especie, y no explicaba la razón por la cual un mutante truculento que nunca se rendía y mataba a los que se rendían no acabaría siendo el único capaz de luchar y, de este

modo, pasara a caracterizar en poco tiempo a la especie. Los biólogos John Maynard Smith y Geoffrey Parker formularon una explicación mejor al modelar de qué modo las diferentes estrategias agresivas que pudieran adoptar los animales acabarían enfrentándolos unos contra los otros y contra sí mismos^[99].

Luchar en cada enfrentamiento hasta el amargo final es una mala estrategia para un animal, porque hay posibilidades de que su adversario haya evolucionado para hacer lo mismo. Una lucha es costosa para el individuo que pierde, porque resultará herido o muerto y, por ende, su situación empeorará más que si desde un principio hubiese renunciado al premio ambicionado. Pero también puede resultar costosa para el vencedor, porque sufrirá lesiones mientras intenta alzarse con la victoria. Para ambas partes habría sido mejor si hubieran evaluado previamente quién tenía probabilidades de ganar, y el previsible perdedor se hubiera dado simplemente por vencido. Por tanto, los animales se miden unos a otros para saber cuál es mayor o exhiben sus armas para ver cuáles son más peligrosas o luchan simplemente hasta saber cuál es más fuerte. Aunque sólo un individuo gana, ambos salen ilesos. El perdedor se da por vencido porque puede buscar su fortuna en otro lugar o esperar el tiempo oportuno en el que las circunstancias le sean más favorables. Cuando los animales se miden unos a otros, desarrollan modos de exagerar su envergadura: exhiben su plumaje, se hinchan, exhiben sus crines, erizan su pelaje, se yerguen y rugen o braman y, al hacerlo, el tono grave permite medir el tamaño de la cavidad resonante que es el cuerpo del animal.

Si la lucha es costosa y el ganador impredecible, la confrontación puede dirimirse mediante una diferencia arbitraria como, por ejemplo, llegar primero a algún sitio, del mismo modo en que los seres humanos rivales pueden zanjar una disputa rápidamente lanzando al aire una moneda. Si los animales están muy igualados y las bazas respectivas son lo bastante elevadas (como, por ejemplo, cuando está en juego un harén), puede que la confrontación se convierta en una lucha del tipo todo o nada, maximalista y, a veces, llegue hasta la muerte del perdedor.

Si ambas criaturas salen ilesas, puede que recuerden el resultado y en consecuencia el perdedor se someta al ganador. Cuando muchos animales en un grupo se miden o contienden entre sí en una liza, el resultado es un orden jerárquico, que está en correlación con la probabilidad que cada animal tiene de ganar en un duelo a todo o nada. Cuando las probabilidades cambian, pongamos por caso, cuando un individuo dominante se hace viejo o es herido, o un animal hasta entonces sometido se hace más fuerte o experto, el animal sometido puede que acepte el desafío, y pueden cambiar las jerarquías. En el caso de los chimpancés, por ejemplo, el dominio depende no sólo del valor mostrado en la lucha sino de la perspicacia política, un par de individuos que obren de acuerdo pueden deponer al más fuerte dejándole solo. Muchos de los primates que viven en grupo adoptan dos jerarquías de dominancia, una para cada sexo. Los machos dominantes se aparean más a menudo, ya sea porque superan a otros machos que se interponen en su camino, ya sea porque

las hembras prefieren aparearse con ellos. Y aunque no fuera por otras razones más que éstas, una pareja sexual de rango elevado tenderá a tener una prole de hijos de rango elevado, los cuales darán a la hembra más nietos que si fueran hijos de rango bajo.

Los seres humanos no tenemos órdenes jerárquicos rígidos, aunque en todas las sociedades las personas reconocen un tipo de jerarquía de dominio, en especial entre los hombres. Los hombres de mayor condición social tienen mayores funciones delegadas en ellos, tienen voz más importante en las decisiones de grupo, por lo general disponen de una parte mayor de los recursos del grupo y siempre tienen más mujeres, más amantes y más aventuras con las esposas de otros hombres. Los hombres luchan por tener una posición destacada en la jerarquía y lo logran de modos determinados que nos resultan familiares por los libros de zoología así como por otros medios que son específicamente humanos. Los mejores luchadores tienen un rango superior, y los hombres que se parecen a los mejores luchadores tienen un rango más alto. El hecho de estar en la cumbre resulta sorprendentemente potente en una especie que reivindica para sí el título de animal racional. La palabra que en la mayoría de las sociedades de cazadores-recolectores equivale a la de líder es «hombre grande» y, de hecho, los líderes *son* por lo general hombres grandes. En Estados Unidos, los individuos de mayor estatura suelen tener empleos con mayor frecuencia, se promocionan más, ganan más (600 dólares por centímetro en términos de renta anual) y resultan elegidos más veces presidentes: el candidato más alto ganó veinte de las veinticuatro elecciones celebradas entre los años 1904 y 1996. Una mirada a los anuncios personales muestra que a las mujeres les gustan los hombres altos. Al igual que sucede en las otras especies cuyos machos compiten, el varón humano es más alto que la hembra, y ha desarrollado modos de parecerlo aún más, como un tono de voz grave y dejarse barba (que hace parecería cabeza más grande y que en el caso de los monos y los leones es un rasgo que ha evolucionado separadamente). ¡Leonid Brézhnev afirmaba que había llegado a la cima de la nomenclatura del PCUS gracias a sus cejas! Los hombres en todas partes exageran el tamaño de su cabeza (con sombreros, cascos, tocados y coronas), sus hombros (con almohadillas, cartones, hombreras y plumas) y en algunas sociedades, sus penes (con impresionantes vainas, a veces con una longitud de casi un metro)^[100].

Pero los seres humanos desarrollaron así mismo el lenguaje y un nuevo modo de programar la información relativa al dominio, la reputación. Durante mucho tiempo los sociólogos han quedado perplejos ante el hecho de que la principal causa de homicidio en las ciudades norteamericanas no es el robo, el tráfico de drogas u otros incentivos tangibles, sino una categoría a la que dan el nombre de «altercados de origen relativamente tribal: el insulto, la ofensa, un simple empujón, etc.» Dos jóvenes se pelean por quién utilizará primero la mesa de billar en un bar, se dan empujones e intercambian insultos y palabrotas. El perdedor, que ha sido humillado ante quienes han presenciado la disputa, sale dando voces y regresa con un arma. Los

asesinatos son el epítome de «violencia absurda» y los hombres que los cometen a menudo son descritos como locos o bestias^[101].

Daly y Wilson señalan que estos hombres se comportan como si de por medio hubiera mucho más en juego que el mero uso de una mesa de billar. Y, de hecho, mucho más *está* realmente en juego:

Los hombres son conocidos por sus compañeros como «los que pueden ser manejados a su antojo» y «los que no se tragan ningún marrón», como personas cuya palabra es ley o personas cuya palabra no vale nada, como muchachos con cuya novia se puede ligar impunemente o muchachos con los que es mejor no meterse.

En la mayoría de medios sociales, la reputación de un hombre depende en parte del mantenimiento de una amenaza creíble de violencia. Los conflictos de intereses son endémicos a la sociedad, y probablemente los competidores violarán los intereses de uno a menos que se logre *disuadirlos*. La disuasión efectiva consiste en convencer a nuestros rivales de que cualquier intento por conseguir afianzar sus intereses a costa de los nuestros propios conducirá a unas penalizaciones tan severas que la estrategia competitiva terminará en una pérdida neta, al punto de que habría sido mejor no haberla emprendido nunca^[102].

La credibilidad del disuasor puede ser devaluada por un desafío público que no es recogido, aun cuando no se halle nada tangible en juego. Además, si quien desafía supiera que aquel al que ha desafiado es un frío calculador de costes y beneficios, podría hacer que se rindiera con tan sólo amenazarle con librar una lucha que fuera peligrosa para ambos. En cambio, un exaltado que no se arredra en nada para preservar su reputación (una máquina de destrucción total) no es dominable por la fuerza.

El miembro de una banda de un gueto que dispara a bocajarro a quien le ha privado de lo que quería, tiene homólogos honorables en todas las culturas del mundo. El significado mismo de la palabra *honor* en muchos idiomas (inclusive en inglés) es una determinación a vengar los insultos, con un baño de sangre si ello es preciso. En muchas sociedades de cazadores-recolectores, un muchacho alcanza un estatus importante sólo una vez que ha matado. El respeto de un hombre aumenta su cuenta contrastada de víctimas, un hecho que ha dado lugar a «encantadoras» costumbres como la caza de cabezas y el arrancar la cabellera. El duelo entre «hombres de honor» era una práctica tradicional en los estados sureños de América del Norte y muchos fueron los hombres que alcanzaron la condición de dirigentes gracias a haber tenido éxito en los duelos. El hombre que aparece en el billete de diez dólares, el secretario del Tesoro Alexander Hamilton, fue muerto en duelo por el vicepresidente Aaron Burr, y el hombre que aparece en los de veinte dólares, el presidente Andrew Jackson, ganó dos duelos e intentó provocar otros.

¿Por qué no vemos a periodontólogos y profesores universitarios disputarse a duelo una plaza de aparcamiento? En primer lugar, viven en un mundo en el cual el Estado cuenta con el monopolio del uso legítimo de la violencia. En lugares situados más allá del alcance del Estado, como suburbios urbanos o los confines rurales, o bien en épocas cuando el Estado no existía, como en el caso de las bandas de cazadores-recolectores en las que evolucionamos, una amenaza creíble de violencia

es la única protección de la que uno dispone. En segundo lugar, los activos de odontólogos y profesores universitarios, como casas y cuentas bancarias, son difíciles de robar. Las «culturas del honor» surgen cuando una respuesta rápida a una amenaza es esencial porque la riqueza propia se la pueden llevar otros. Estas culturas se desarrollan entre pastores, cuyos rebaños pueden serles robados, más a menudo que entre agricultores, cuya tierra permanece donde está, y lo mismo cabe decir de las personas cuya riqueza adquiere otras formas líquidas, como es el caso del dinero en efectivo y las drogas. Con todo, debe reconocerse que la principal razón por la cual odontólogos y profesores universitarios no se batan en duelo es que no son machos, pobres y jóvenes.

La ausencia de características masculinas es con mucho uno de los factores de riesgo más graves de sufrir violencia. Daly y Wilson presentaron treinta y cinco muestras de estadísticas de homicidios procedentes de catorce países, en las que se incluían sociedades de cazadores y recolectores carentes de cultura escrita, así como la Inglaterra del siglo XIII, y en todas ellas los hombres mataban a otros hombres masivamente veintiséis veces más a menudo, por término medio, que las mujeres mataban a otras mujeres.

Así mismo, los vengadores de los salones de billar y sus víctimas son unos don nadie, personas sin educación, que no se han casado, desgraciados y, a menudo, desempleados. Entre los mamíferos poligínicos, como es el caso de la especie humana, el éxito reproductivo varía enormemente entre los machos, y la competición más fiera puede darse en la base de la pirámide social, entre machos cuyas perspectivas oscilan entre cero y menos cero. Los hombres atraen a las mujeres por su riqueza y prestigio social; por tanto, si un hombre carece de lo uno y lo otro, y no tiene modo de conseguirlo, se halla en un camino sin salida que conduce a la insignificancia genética. Al igual que sucede con las aves que se adentran en territorios peligrosos cuando están a punto de morir por inanición, o como los entrenadores de hockey que ponen al portero a jugar cuando van un gol por detrás y queda un minuto de juego, un hombre que no está casado y no tiene un futuro estará dispuesto a asumir cualquier riesgo. Tal como lo señaló Bob Dylan, «cuando no tienes nada, nada tienes que perder».

El hecho de ser joven empeora aún más las cosas. El genetista de poblaciones Alan Rogers ha calculado a partir de datos actuariales que los hombres jóvenes prescindían de forma vertiginosa del futuro, y así es. Los jóvenes cometen crímenes, conducen demasiado rápido, ignoran los riesgos y las enfermedades, y tienen distracciones peligrosas como las drogas, los deportes de riesgo y entretenimientos tan arriesgados como patinar sobre los techos de los vagones de tranvías y ascensores. La combinación de falta de rasgos masculinos, juventud, penuria, desesperación y anarquía hace que los varones jóvenes sean indefinidamente imprudentes al defender su reputación^[103].

Además, tampoco queda tan claro que los profesores universitarios (o personas que ejerzan una profesión competitiva) *no* se batan en duelo por, hablando en sentido figurado, mesas de billar. Los académicos son a los ojos de sus compañeros, o bien «tipos manejables a su antojo», o bien «tipos que no se tragan ningún marrón», como personas cuya palabra es ley o personas cuya palabra no vale nada, como muchachos cuyo trabajo se puede criticar con impunidad o muchachos con los que es mejor no meterse. Exhibir una navaja en un congreso especializado en cierto modo sería de muy mala nota, pero siempre hace su aparición la pregunta picante, la réplica devastadora, la ofensa moral, la invectiva mordaz, la refutación indignante y medios de coacción en la reseña de manuscritos así como las listas para la concesión de becas y subvenciones. Las instituciones especializadas, ciertamente, intentan minimizar estas incidencias, aunque resultan difíciles de erradicar. La argumentación tiene por objeto hacer que un caso sea tan contundente (obsérvese la metáfora) que los escépticos se vean *obligados* a creerlo: carecen de poder para negarlo mientras afirmen que es racional^[104]. En principio, son las ideas mismas las que son, tal como decimos, apremiantes, pero sus defensores no siempre son contrarios a ayudar a las ideas mediante tácticas de dominación verbal, entre las cuales figuran la intimidación («claramente...»), la amenaza («sería acientífico...»), la autoridad («tal como Popper demostró...»), el insulto («este trabajo carece del necesario rigor...») y el empequeñecimiento («pocas personas creen seriamente que...»). Tal vez ésta sea la razón por la que H. L. Mencken escribió que «el fútbol universitario [en Estados Unidos] sería más interesante si en lugar de estudiantes jugaran profesores».



El prestigio social consiste en el hecho de saber públicamente que uno posee bazas que le permitirán ayudar a otros si quiere hacerlo. Entre estas bazas se cuentan la belleza, el talento o la pericia insustituibles, tener la confianza y la capacidad de ser escuchado por personas poderosas, y sobre todo la riqueza. Las bazas que otorga el prestigio social tienden a ser fungibles. La riqueza puede proporcionar relaciones y las relaciones, riqueza. La belleza es trocada por riqueza (a través de regalos o el matrimonio), atrae la atención de personas importantes y puede atraer más pretendientes de los que la persona atractiva puede tratar. Quienes poseen estas bazas, por tanto, no son considerados sólo poseedores de sus ventajas, sino que exhalan un aura o carisma, el cual hace que los demás quieran gozar de sus favores. Siempre resulta útil tener personas que quieran gozar de nuestros favores, por tanto, vale la pena desear estatus social. Pero el día sólo tiene las horas que tiene, de modo que los sicofantes deben escoger a quién adulan, lo cual hace que el prestigio social sea un bien escaso. Si A tiene más, B tendrá menos, y ambos tendrán que competir^[105].

Incluso en el implacable mundo del liderato tribal, el dominio físico no lo es todo. Chagnon informa en este sentido que los jefes yanomami son extravagantes

luchadores pero otros alcanzan su posición mediante la discreción y la sagacidad. Un hombre llamado Kaobawā, aunque no era un alfeñique, alcanzó tener la autoridad gracias al apoyo recibido de sus hermanos y primos, así como al cultivo de las alianzas con hombres con quienes había intercambiado esposas. Conservaba su autoridad limitándose a dar órdenes sólo cuando estaba seguro de que todos las seguirían, y la aumentó aún más deteniendo las luchas, desarmando a los maníacos de los machetes, explorando la aldea en solitario cuando había rastros de la presencia de invasores. Su tranquilo liderato fue recompensado con seis esposas y otras tantas aventuras. En las sociedades de cazadores-recolectores, el estatus social va estrechamente unido a ser un buen cazador y un naturalista conocedor de las plantas. Aun suponiendo que nuestros antepasados, así mismo, practicaran una meritocracia ocasional, la evolución humana no siempre estuvo presidida por la supervivencia del más fiero.

Los antropólogos de la época romántica solían afirmar que las tribus de cazadores-recolectores no se sentían motivadas por la riqueza. Pero ello se debía principalmente al hecho de que las sociedades de cazadores-recolectores que estudiaron no tenían riqueza. Los cazadores-recolectores del siglo XX no son representativos de la humanidad en un único aspecto, ya que viven en una tierra que nadie más quiere, una tierra que no puede ser cultivada. No prefieren de forma necesaria los desiertos, las selvas y las tundras, sino más bien resulta que las sociedades agrícolas como la nuestra se han quedado con las demás tierras. Aunque los cazadores-recolectores no alcanzan a tener la impresionante desigualdad que resulta del cultivo y la provisión de alimento, no lo es menos que como sociedad también presentan desigualdades, tanto de riqueza como de prestigio.

Los kwakiutl de la costa del Pacífico en Canadá disfrutaban de las temporadas anuales del salmón así como de abundancia de mamíferos marinos y bayas. Esta tribu vivía en aldeas que dirigían ricos jefes que intentaban arruinarse unos a otros en el curso de fiestas competitivas denominadas potlatches. Los invitados a un potlatch eran animados a atiborrarse de salmón y bayas, y el jefe les mostraba jactancioso cajas de aceite, cestos de bayas y montones de mantas. Los invitados regresaban humillados a sus aldeas y tramaban la venganza consistente en una fiesta aún mayor, en la cual no sólo regalarían objetos de valor, sino que los destruirían ostentadamente. El jefe encendía un fuego formidable en el centro de su casa y lo alimentaba con aceite de pescado, mantas, pieles, remos y canoas y, a veces, acababa por prender fuego también a su casa, un espectáculo de consumo que el mundo no volvería a ver hasta cuando la *mitzvah* (la buena obra) se realiza en una barra de bar norteamericana invitando a todo el mundo^[106].

Veblen proponía que la psicología del prestigio estaba dirigida por tres «cánones pecuniarios del gusto»: ocio manifiesto, consumo suntuoso y ostentación derrochadora. Los símbolos de prestigio social son ostentados y codiciados no necesariamente porque sean útiles o atractivos (las cuentas, las joyas y los pichones

son bastante hermosos, tal como redescubrimos cuando vemos las delicias que causan en los niños pequeños), sino a menudo porque son tan raros en el sentido de escasos, derrochadores o insustanciales que sólo los ricos pueden permitírselos. Entre estos símbolos se hallan la ropa que es demasiado delicada, pesada, constrictiva o susceptible de mancharse como para ponérsela; objetos demasiado frágiles para hacer de ellos un uso despreocupado o hechos con materiales carísimos, objetos sin función fruto de un trabajo prodigioso, decoraciones que consumen energía y, una tez pálida en países en que los plebeyos trabajan en los campos, o bronceada en aquel los lugares donde el trabajo se realiza en interiores. La lógica podría resumirse así: «No puedes ver toda mi riqueza y poder adquisitivo (mi cuenta bancaria, mis tierras, todos mis aliados y lacayos), pero puedes ver los acabados en oro del baño. Nadie podría permitírselos si no dispusiera de riqueza; por tanto, ahora ya sabes que soy rico».

El consumo suntuoso es contraintuitivo porque el derroche de la riqueza sólo hace que reducirla, reduciendo al despilfarrador al nivel de sus rivales masculinos o femeninos. Pero funciona cuando la estima de los demás es lo bastante útil como para que el acto despilfarrador merezca la pena, y cuando ni toda la riqueza ni todo el poder adquisitivo no se sacrifican. Si tengo cien dólares y otra persona tiene cuarenta, puedo derrochar cincuenta, en cambio esa persona no; de este modo impresionaré a los demás y *aún* seré más rico que esa persona. Este principio ha sido confirmado a partir de una fuente tan inverosímil como podía serla biología evolutiva. Los biólogos a partir de Darwin se han asombrado por exhibiciones como la cola de los pavos reales, que impresionan a las hembras de la especie pero consumen nutrientes, dificultan el movimiento y atraen a los depredadores. El biólogo Amotz Zahavi propuso que las exhibiciones evolucionaron *porque* eran desventajas, ya que sólo los animales más sanos podían permitírselas y las hembras escogían a las aves más sanas para aparearse con ellas. Los biólogos teóricos se mostraron inicialmente escépticos, pero uno de ellos, Alan Grafen, demostró más adelante que la teoría era válida^[107].

El consumo suntuoso funciona sólo cuando los más ricos pueden permitirse esos lujos. Cuando la estructura de clases se afloja o los bienes suntuosos (o buenas imitaciones de ellos) pasan a ser ampliamente asequibles, la clase media alta puede emular a la clase alta, la clase media puede emular a la clase media alta y así sucesivamente, recorriendo todos los eslabones de la escala social. La clase alta no resiste muy bien cuando empieza a parecerse al populacho y, entonces, tiene que adoptar un nuevo criterio. Pero ese nuevo criterio vuelve a ser emulado de nuevo por la clase media alta y empieza a degradarse hacia los eslabones inferiores de la escala, provocando que la clase alta dé un nuevo salto a un criterio distinto, y así sucesivamente. El resultado es la moda. Los caóticos ciclos de estilo, en los cuales lo que es elegante durante una década se convierte en desmañado o chabacano, torpe o afectado en la siguiente, ha sido explicado como la conspiración de los diseñadores de la moda, como una expresión de nacionalismo, como un reflejo de la economía, así como otras muchas cosas. De todas formas, Quentin Bell, en su análisis ya clásico

de la moda, *On Human Finery*, demostró que sólo una única explicación funciona, a saber, que las personas siguen la norma que expresaríamos en estos términos: «Intenta parecerte a los que están por encima de ti y, si estás en la cima, intenta parecer diferente a las personas que están por debajo de ti»^[108].

Una vez más, fueron los animales los primeros en descubrir esta argucia. Las mariposas, esos otros animales de gran elegancia, no desarrollaron sus colores para impresionar a las hembras. Algunas especies lo hicieron para ser venenosas o desagradables, y alertaban así de su condición mediante colores chillones. Otros tipos de mariposas venenosas copiaron los colores, sacando de este modo partido del miedo ya sembrado por las otras. Pero entonces algunas mariposas que *no eran* venenosas copiaron también los colores, lo cual les permitió gozar de la protección evitando el coste que suponía para ellas hacerse venenosas. Cuando la imitación se hizo completa, los colores dejaron de transmitir la información y ya no servían para disuadir a los depredadores. Las mariposas venenosas, entonces, desarrollaron nuevos colores, que fueron a continuación imitados por las mariposas comestibles, y así sucesivamente^[109].

La riqueza no es la única baza que los seres humanos codician y ostentan. En una sociedad compleja, los seres humanos compiten en muchas lizas, y no todos ellos están dominados por los plutócratas. Bell añadió un cuarto canon a la lista formulada por Veblen, el agravio suntuoso. La mayoría dependemos de la aprobación de los demás, necesitamos tener el favor de jefes, maestros, padres, clientes y compradores o futuros parientes políticos, y ello exige cierta medida de respeto y discreción. El inconformismo agresivo es un anuncio de que uno confía tanto en su propia condición social o habilidades que puede poner en peligro la buena voluntad de los demás sin terminar aislado y en la miseria. El inconformista dice: «Tengo tanto talento, soy tan rico, tan popular y estoy tan bien relacionado que puedo permitirme ofenderte». El siglo XIX vio a la baronesa George Sand fumar puros vestida con pantalones y a Osear Wilde vestido con pantalones cortos, llevando el pelo largo y un girasol en el ojal. En la segunda mitad del siglo XX, el agravio suntuoso se ha convertido en una convención y nos hemos permitido el lujo de un tedioso desfile de rebeldes, proscritos, salvajes, bohemios, freaks, punks, partidarios de la promiscuidad sexual, la izquierda exquisita maumauandos, chicos malos, bandas, divas del sexo, diosas con mal carácter, vampiresas, trotamundos y mujeres objeto. El perímetro de las caderas ha sustituido a la elegancia como motor de la moda, pero la psicología del prestigio continúa siendo la misma. Quienes marcan la moda pertenecen a las clases altas, que adoptan los estilos de las clases bajas para diferenciarse de las clases medias, que en absoluto querrán adoptar los estilos de las clases bajas porque corren el peligro de ser confundidas con ellas. El estilo traza una línea descendente, enviando la moda a la búsqueda de una nueva forma de agravio. Dado que los medios de comunicación y mercantiles aprenden a promocionar cada nueva ola de forma más eficiente, el carrusel de la vanguardia gira cada vez más deprisa y de forma más

frenética. Un rasgo regular que aparece en la prensa es la noticia favorable de la aparición de un nuevo grupo de música «alternativa», que es seguida por una serie de cartas al director a cuál más arrogante, que sostienen que eran buenos cuando los escuchaba poca gente, pero que ahora ya no son lo que eran. Los mordaces comentarios sociales de Tom Wolfe (*La palabra pintada*, *¿Quién teme al Bauhaus feroz?*, *La izquierda exquisita*) documentan cómo una sed de estatutos y prestigio social que se expresa en forma de fanática aclamación dirige los mundos del arte, la arquitectura y la política de la élite cultural.

Amigos y conocidos

Las personas se hacen favores unas a otras aunque no estén emparentadas y no tengan ningún interés sexual. Resulta fácil comprender la razón por la cual incluso los organismos más egoístas querrían hacerlo. Si los favores son intercambiados, ambas partes se benefician mientras el valor de lo que consiguen es mayor para ellos que el valor de aquello a lo que renuncian. Un ejemplo claro es un artículo cuyo beneficio muestra unos rendimientos decrecientes. Si tengo dos kilos de carne y ninguna fruta, y otra persona tiene dos kilos de fruta y nada de carne, el segundo kilo de carne vale menos para mí que el primero (ya que tengo la carne suficiente para comer una vez), y dado que la otra persona piensa lo mismo respecto a su segundo kilo de fruta, ambos estaremos mejor si intercambiamos un kilo por un kilo. Los economistas llaman al beneficio una ganancia de compra-venta.

Cuando los comerciantes intercambian bienes de forma simultánea, la cooperación resulta fácil. Pero si uno de ellos da marcha atrás y se retira del trato, al otro no le quedará más remedio que guardar la carne o comérsela. En la mayoría de favores, sin embargo, no cabe dar marcha atrás, como sucede, cuando se comparte información, cuando se intenta salvar a una persona que se está ahogando o cuando se intenta prestar ayuda en una lucha. Así mismo, la mayoría de favores no pueden pasar de una mano a otra al mismo tiempo. Puede que las necesidades cambien; por ejemplo, si ayudo a alguien a cambio de protección para mi hijo que todavía no ha nacido, no puedo cosechar la parte que me corresponde hasta que el niño haya nacido. Y los excedentes a menudo se escalonan en el tiempo: si dos individuos han cazado sendos antílopes, nada hay que negociar si se trata de dos reses idénticas. Sólo si una es abatida hoy y la otra, lo es dentro de un mes, tendrá sentido el intercambio. El dinero es / una solución, aunque se trata de una invención reciente y no ha contado en nuestra evolución^[110].

Tal como vimos en el **capítulo 6**, el problema que plantean los intercambios *aplazados*, o la reciprocidad, consiste en que resulta posible mentir, es decir, aceptar un favor ahora y no devolverlo más tarde. Ciertamente, todos estarían mejor si nadie

mintiera, pero, en la medida en que el otro *puede* mentir (lo cual es algo inevitable cuando los individuos varían), ello puede que me disuada de hacerle extensivo a él un favor que, a largo plazo, nos ayudaría a los dos. El problema ha sido resumido en una alegoría denominada el Dilema del Prisionero. Dos personas que han participado en un crimen están encarceladas en celdas separadas, y el fiscal les ofrece por separado a cada uno de ellos un trato: si uno denuncia a su socio y éste guarda silencio, el delator será puesto en libertad y el otro cumplirá una condena de diez años. Si los dos guardan silencio, ambos recibirán una condena de seis meses. Si ambos se denuncian, ambos cumplirán cinco años de condena. Los dos delincuentes no están comunicados y ninguno de los dos sabe qué hará el otro. Cada uno piensa de este modo: si mi socio me delata y guardo silencio, me caerán diez años; si hablo y él habla, nos caerán cinco años. Si guardo silencio y él guarda silencio, los dos cumpliremos seis meses; si él guarda silencio y yo hablo, me pondrán en libertad. Con independencia de lo que él haga, por tanto, por mi parte estaré mejor si le traiciono. Cada uno de ellos está obligado a entregar a su socio y ambos acaban cumpliendo cinco años, un resultado que es mucho peor que si cada uno de ellos hubiese confiado en el otro. Pero ni uno ni otro podía correr el riesgo de permanecer fiel dado el castigo que recibiría si el otro no se mantuviera fiel. Los psicólogos sociales, los matemáticos, los economistas, los filósofos morales y los estrategas de la guerra nuclear se han preocupado de la paradoja durante décadas. No hay solución^[111].

La vida real, sin embargo, en cierto sentido no es un Dilema del Prisionero. Los míticos prisioneros se colocan en su dilema una única vez; las personas reales, en cambio, se enfrentan unas a otras en dilemas de cooperación una vez tras otra y recuerdan traiciones pasadas o favores y juegan en consonancia: se sienten compasivos y extienden la buena voluntad, se sienten agraviados y buscan venganza, puede que se sientan agradecidos y devuelvan un favor o que sientan remordimiento y hagan propósito de enmienda. Recuérdese que Trivers propuso que las emociones que constituyen el sentido moral evolucionarían cuando las partes interactuaran repetidamente y gratificaran la cooperación en el momento presente con una cooperación posterior en el tiempo y castigaran la desertión presente con una desertión en un futuro. Robert Axelrod y William Hamilton confirmaron esta conjetura en un juego pensado para ordenador en forma de torneo, en el cual se oponían unas a otras diferentes estrategias para jugar un juego reiterado del Dilema del Prisionero. Axelrod y Hamilton descompusieron el dilema en sus principios fundamentales y establecieron que una estrategia sería puntuada según la condena que minimizaba, recibiendo tantos puntos como tiempo acertaba. Una estrategia simple que denominaremos «ojo por ojo» —cooperar en la primera jugada, y luego hacer lo que el socio hizo en la jugada anterior— se impuso a las sesenta y dos estrategias restantes. Luego idearon una simulación artificial de la vida en la cual cada estrategia «se reproducía» en proporción al número de veces que ganaba y, de este modo, tenía lugar una nueva competición entre las copias que reproducían las

estrategias. Repitieron el proceso durante muchas generaciones y hallaron que la estrategia «ojo por ojo» se adueñó de la población. La cooperación evoluciona cuando las partes interactúan repetidamente, recuerdan el comportamiento de cada una de las otras partes y se corresponden mutuamente unas a otras^[112].

Tal como vimos en los **capítulos 5 y 6**, los seres humanos tienen mecanismos que les permiten detectar adecuadamente a los defraudadores y mentirosos, y congenian con emociones morales que les llevan a castigar a los tramposos y gratificar a los que cooperan. ¿Significa esto que la estrategia «ojo por ojo» subyace a la extensa cooperación que descubrimos en la especie humana? Ciertamente es que subyace a gran parte de la cooperación que se halla presente en nuestra sociedad, pero las cintas de las cajas registradoras, los cronómetros para fichar, los billetes de tren, las facturas, los libros mayores de cuentas, así como otros equipos y utillajes que acompañan las transacciones y no descansan en el «sistema de honor» son detectores mecánicos de fraude. Los defraudadores, como los empleados que roban a la empresa, a menudo son inculcados de delitos, pero con más frecuencia sucede que simplemente son suprimidos de la rueda de la reciprocidad, es decir, los despiden. De forma semejante, los negocios que engañan a sus clientes, pronto acaban por perderlos. Los aspirantes a un trabajo que van por libre, los negocios poco seguros y los extraños que ofrecen «oportunidades de inversión», a menudo suelen ser discriminados negativamente porque parece como si participaran en un juego de tirada única en lugar de hacerlo en otro repetido, y por tanto son inmunes a la estrategia «ojo por ojo». Incluso quienes son moderadamente buenos amigos recuerdan en privado los regalos que se les han hecho por Navidad, así como las invitaciones a fiestas y calculan el modo adecuado para reciprocárselos^[113].

¿Proviene toda esta contabilidad de nuestra alienación y de los valores burgueses de una sociedad capitalista? Una de las creencias más entrañables de muchos intelectuales es que hay culturas en el mundo cuyos miembros comparten libremente todo. Marx y Engels pensaban que los pueblos sin cultura representaban un primer paso en la evolución de la civilización llamado comunismo primitivo, cuya máxima era «a cada cual según sus capacidades, y a cada cual según sus necesidades». En realidad, los pueblos cazadores-recolectores comparten alimentos y corren juntos los distintos riesgos que amenazan a sus sociedades. Pero en muchos de estos pueblos, los miembros de la comunidad interactúan principalmente con sus parientes; por tanto, expresándolo en términos biológicos, el acto de compartir se realiza con prolongaciones de sí mismos^[114]. Muchas culturas también tienen un *ideal* de compartir, pero tiene poco significado. Si bien no dudaremos en exaltar el carácter magnífico que tiene para *uno* compartir, la pregunta que se formula es si, cuando me llegue el turno de hacerlo, ¿*compartiré*?

Las tribus de cazadores-recolectores, sin duda, comparten en realidad con individuos con quienes no están emparentados, pero no lo hacen con una prodigalidad indiscriminada o gracias a un compromiso con los principios fundamentales del

socialismo. Los datos que aduce la antropología demuestran que el acto de compartir está guiado por los análisis coste-beneficio y un libro mayor de cuentas mental cuidadosamente llevado en el que se expresa la reciprocación. Los seres humanos comparten cuando no hacerlo sería suicida. En general, las especies están llevadas a compartir cuando la *variancia* del éxito a la hora de recoger comida es alta. Pongamos por caso, que ciertas semanas tenga suerte y llegue a tener más comida de la que puedo comer, pero que en otras sea desafortunado y corra peligro de morir de hambre. ¿De qué modo puedo almacenar comida adicional en las semanas donde los aumentos abundan y procurármelos durante las semanas de escasez? La técnica de conservación en frío no es una opción. Podría, tal vez, comérmelo todo ahora y almacenarlo en forma de grasa, pero sólo hasta cierto punto es una solución operativa; nunca podré comer lo suficiente en un día para evitar el hambre de todo un mes. En cambio, *puedo* almacenar la comida en los cuerpos y las mentes de *otras* personas, en la forma de recuerdo de mi generosidad que se sentirán obligados a retribuir cuando la fortuna me sea adversa. Cuando las perspectivas son arriesgadas, vale la pena poner los riesgos en un fondo común.

La teoría ha sido confirmada en las especies no humanas, como los murciélagos, y también lo ha sido en los seres humanos a través de dos elegantes estudios que controlan las diferencias entre culturas, contrastando las formas de compartir que se hallan presentes en el *seno* de una cultura. Los ache del Paraguay cazan grandes animales y recolectan plantas nutritivas. Cazar es en gran medida una cuestión de suerte, ya que en un día concreto un cazador ache tiene un cuarenta por ciento de probabilidades de regresar a casa con las manos vacías. En cambio, la recolección es una cuestión principalmente de esfuerzo, ya que cuanto más se trabaje, más se llevará a casa y, probablemente, un recolector que llega con las manos vacías es más un holgazán que un individuo desafortunado. Tal como cabía prever según la teoría, los ache comparten los alimentos vegetales sólo en el marco de la familia nuclear pero comparten la carne con toda la comunidad.

Los kung san del desierto del Kalahari son la tribu que más se acerca al comunismo primitivo en el mundo. El acto de compartir es para ellos sagrado, mientras que, en cambio, la ostentación y la acumulación de riquezas son actos desdeñables. Esta tribu caza y recolecta en un ecosistema duro y sometido a fuertes sequías, y truecan comida y acceso a las charcas de agua unos con otros. Los gana san, una rama vecina de la misma tribu, se han dedicado a cultivar melones, una fruta que acumula agua, y a la cría de cabras. A diferencia de buena parte de sus primos, esta comunidad no establece una relación recursiva entre épocas buenas y malas, almacena comida y ha desarrollado desigualdades en riqueza y en prestigio social. Tanto los ache como los san comparten los alimentos que se hallan sometidos a una más alta variación, mientras acumulan los que varían menos^[115].

Estos pueblos no sacan las calculadoras y calculan las variaciones. ¿Qué pasa por sus mentes cuando deciden compartir? Cosmides y Tooby señalan que la psicología

es apenas exótica y que congenia con nuestro propio sentido de lo que es justo y la compasión. Consideremos ahora qué nos hace sentir más o menos propensos a ayudar a las personas que se han quedado sin hogar. Quienes exhortan a que lo compartamos todo con los pobres hacen hincapié en la dimensión aleatoria orientada por la variación que tiene la pobreza. Vale la pena ayudar a las personas que se han quedado sin hogar porque no tienen suerte. Son las desgraciadas víctimas, de circunstancias como el desempleo, la discriminación o la enfermedad mental. Los defensores de los pobres nos exhortan a pensar lo afortunados que somos nosotros, a diferencia de los miembros pobres de la comunidad. En cambio, quienes se oponen a compartir nada con los pobres hacen hincapié en lo predecibles que son las gratificaciones y recompensas en nuestra sociedad para todo aquel que quiera trabajar. En esta perspectiva, los pobres no merecen ser ayudados porque aun siendo capaces de trabajar son holgazanes, o se han convertido en tales dándose a la bebida o al consumo de drogas. Los defensores de los pobres replican que el consumo de drogas es en sí una enfermedad en la cual cualquiera de nosotros puede caer^[116].

Sin duda, incluso cuando son más generosos, los pueblos de cazadores no actúan según los dictados del corazón ni movidos por una afectuosa bondad, sino que obligan al cumplimiento de la ética del compartir conservando unos recuerdos obsesivamente detallados de quién ha ayudado a quién, teniendo presente una clara expectativa de resarcimiento, y haciendo comentarios sarcásticos acerca de quienes nunca han echado una mano. Además, todo ello en ningún caso suprime los sentimientos egoístas. El antropólogo Melvin Konner, que vivió entre los kung sun durante años y escribió lleno de respeto sobre su modo de ser, contaba a sus lectores:

El egoísmo, la arrogancia, la avaricia, la codicia, la furia, la envidia, todas estas formas de glotonería son mantenidas a raya en la situación tradicional [en que viven los kung san] del mismo modo en que lo es la glotonería en lo relativo a la alimentación, a saber, no tienen cabida porque la situación no lo permite. No es porque, como algunos suponen, los pueblos o su cultura sea de algún modo mejor. Nunca olvidaré aquella ocasión en que un hombre kung —padre de familia, de unos cuarenta años de edad, muy respetado en la comunidad y hombre notable y bueno en todos los aspectos— me pidió que guardara una pierna del antílope que había cazado. Había regalado la mayor parte de la res, de modo que todos tuvieran carne. Pero no había desperdiciado la oportunidad para reservarse una parte del animal para él y su familia. En las condiciones habituales, sin duda, no habría ningún lugar en todo el Kalahari donde ocultarla, ya que estaría a merced de los animales carroñeros o a merced de parientes lejanos que actuarían como depredadores. Pero la presencia de gente extraña le ofreció una interfaz de acceso a otro mundo, y aquel hombre no dudó en deslizar, de forma provisional, la carne por un resquicio abierto en aquella interfaz, que resultó ser el único lugar concebible donde ocultarla^[117].



Cuando se trata de amistad, el altruismo recíproco no es la verdad maestra. Sería de un gusto cuestionable que el invitado a una cena se sacara la billetera y se ofreciera a pagar a sus anfitriones por la comida con que le ha agasajado. Invitar a los anfitriones la noche siguiente no sería mucho mejor. La estrategia de «ojo por ojo» no

es el cimiento adecuado de una amistad, la desnaturaliza. Nada es más difícil entre buenos amigos que llevar a cabo una transacción económica, como, por ejemplo, la venta de un coche. Lo mismo cabe decir del mejor amigo de nuestra vida, nuestra esposa o nuestro esposo. Las parejas que llevan una estricta contabilidad de lo que uno ha hecho por el otro son las parejas que menos felices son.

El amor compasivo, la emoción que se halla detrás de la amistad y el duradero vínculo del matrimonio (el amor que no es ni romántico ni sexual) tiene su propia psicología. Los amigos o los esposos se sienten como si estuvieran unos en deuda con los otros, pero las deudas no se miden y la obligación de saldarlas no es gravosa, sino profundamente satisfactoria. Los seres humanos sienten un placer espontáneo cuando ayudan a un amigo o a un esposo, sin con ello anticipar la devolución o lamentar haber hecho el favor cuando la devolución nunca llega. Desde luego, los favores puede que sean tabulados de algún modo en la mente, y si el libro de contabilidad está demasiado desequilibrado, una persona puede reclamar la deuda o cortar cualquier línea de crédito futura, es decir, romper la amistad. Pero la línea de crédito es larga y los vencimientos de la devolución perdonables. El amor compasivo, por tanto, no contradice literalmente la teoría del altruismo recíproco, sino que encarna una versión elástica en la que los garantes emocionales —cariño, simpatía, gratitud y confianza— son llevados hasta el límite^[118].

Los hechos del amor compasivo son bastante claros, pero ¿por qué evolucionó? Tooby y Cosmides han intentado llevar a cabo la ingeniería inversa de la psicología de la amistad, llamando la atención hacia un aspecto de la lógica del intercambio a la que denominan la Paradoja del Banquero. Muchas personas que han pasado por la tesitura de pedir un préstamo han aprendido que un banco prestará invariablemente la cantidad exacta de dinero que se solicite siempre y cuando se pueda probar que uno no la necesita. Tal como Robert Frost lo expresó, «una entidad bancaria es un lugar donde te prestan un paraguas cuando hace buen tiempo y te piden que lo devuelvas cuando empieza a llover». Los bancos dicen que tienen dinero sólo para invertir y que cada préstamo es una apuesta. Su cartera tiene que rendir un beneficio o quedarían fuera del negocio, por tanto miden los riesgos del crédito y se cubren contra lo peor^[119].

La misma lógica cruel se aplica al altruismo entre nuestros antepasados. Una persona que reflexiona sobre si conceder un gran favor es como un banco. Tiene que preocuparse no sólo de los defraudadores (es decir, si los beneficiarios querrán devolverlo), sino de los riesgos extremos del crédito (si el beneficiario será capaz de devolverlo). Si quien recibe el favor muere, queda incapacitado, se convierte en un paria o deja el grupo, el favor se habrá malogrado. Por desgracia, son quienes se hallan sometidos a aciagos riesgos crediticios —los enfermos, los que pasan hambre, los lesionados y los exiliados— quienes más necesitan favores. Cualquiera puede sufrir un revés de la fortuna, sobre todo en el duro contexto de la vida de un cazador-recolector. Una vez abandonado, el cazador-recolector afectado deja de estar

en ese mundo. ¿Qué tipo de pensamientos y sentimientos evolucionarían como un tipo de seguro en el cual los demás nos darán «crédito» aun cuando la desgracia y el infortunio nos hicieran ser un riesgo?

Una estrategia consiste en hacernos irremplazables. Al cultivar una competencia que nadie más en el grupo pudiera copiar, como elaborar herramientas, ser un buen explorador o capaz de resolver conflictos, el hecho de que se nos abandonara en tiempos de necesidad comportaría, sin duda, gravámenes para el grupo, ya que todos dependerían demasiado de nosotros como para arriesgarse a dejarnos morir. Los seres humanos hoy en día dedican gran parte de su vida social a hacer públicos sus talentos únicos y valiosos o a buscar una camarilla en la que sus talentos sean únicos y valiosos. La búsqueda de prestigio y condición social es en parte un motivo para hacerse uno mismo irremplazable.

Otra estrategia consiste en asociarse con personas que se beneficien de cosas que nos beneficien. Simplemente viviendo la propia vida y esforzándose en realizar los propios intereses, podemos hacer progresar los intereses de otras personas como un efecto secundario. El matrimonio es el ejemplo más claro: el esposo y la esposa comparten un interés por el bienestar de sus hijos. Otro fue señalado por Mao Zedong en su *Libro Rojo*: «El enemigo de mi enemigo es mi amigo». Una tercera estrategia consiste en poseer habilidades que beneficien a otros al mismo tiempo que nos benefician a nosotros como, por ejemplo, el ser un buen explorador. Otros ejemplos que cabe mencionar: vivir con una persona a la que le guste tener la habitación a la misma temperatura que nosotros o que le guste la misma música. En todos ellos, uno entrega un beneficio a alguien más sin ser altruista en el sentido que los biólogos dan al término, es decir, como incurrir en un coste y, por tanto, necesitar una devolución para que el acto valga la pena. El desafío que supone el altruismo ha atraído tanta atención que se ha minusvalorado otra forma más directa de ayuda que se halla presente en la naturaleza: la simbiosis, en la cual, dos organismos, como las algas o los hongos, constituyen líquenes, asociados en razón de los efectos secundarios del hecho de que el estilo de vida de cada uno por fortuna beneficia al otro. Los simbióticos dan y toman beneficios, pero ninguno paga el coste. Los compañeros de habitación con el mismo gusto musical son un tipo de pareja simbiótica, y cada uno valora al otro sin que medie intercambio de favores.

Una vez que nos hemos convertido en alguien valioso para alguna otra persona, esa persona pasa a ser a su vez valiosa para nosotros. La valoramos porque aun si estuviésemos alguna vez en apuros, tendría interés —a pesar de que fuera un interés egoísta— en echarnos una mano. Pero una vez que valoramos a esa persona, ella nos valorará aún más. No sólo se es valioso en razón de los talentos o hábitos que podamos tener, sino que se es valioso en razón del propio interés que lleva a rescatar a aquella persona de sus apuros. Cuanto más la valoramos, más la persona en cuestión nos valora, y así sucesivamente. Este proceso desbocado es lo que denominamos amistad. Si preguntamos a las personas el porqué son amigos,

probablemente dirán: «Nos gustan las mismas cosas y sabemos que siempre podremos contar uno con otro».

La amistad, al igual que los otros tipos de altruismo, es vulnerable a los defraudadores, y los identificamos como amigos en la prosperidad. Estos falsos amigos se apoderan de los beneficios que supone asociarse con una persona de valor e imitan los signos de la calidez en un esfuerzo por llegar a ser valorados. Pero cuando empieza a «lloviznar», se pierden de vista. Las personas tenemos una respuesta emocional que parece diseñada para eliminar a estos amigos del buen viento. Cuando tenemos más necesidad, una mano tendida nos conmueve profundamente. Nos sentimos conmovidos, no olvidamos nunca la generosidad y nos sentimos obligados a decirle al amigo que nunca olvidaremos lo que ha hecho por nosotros. Los tiempos difíciles nos muestran lo reales que son los amigos que creemos tener. Tal es la razón por la cual la esencia de la amistad, en términos evolutivos, consiste en salvarnos en tiempos difíciles cuando nadie se preocupará ya de hacerlo.

Tooby y Cosmides llegan a especular que el diseño de las emociones que definen nuestra amistad puede que expliquen la alienación y soledad que tantas personas sienten en la sociedad contemporánea. Los intercambios explícitos y la reciprocación alternada son los tipos de altruismo en los que recaemos cuando la amistad falta y la confianza es baja. Pero en las modernas economías de mercado intercambiamos favores con extraños a un ritmo sin precedentes. Este hecho quizá cree la percepción de que no estamos profundamente comprometidos con nuestros compañeros y quedamos expuestos, y, por tanto, somos vulnerables a ser abandonados en épocas difíciles. Y, lo que no deja de ser irónico, el cómodo entorno que nos hace sentir más seguros desde un punto de vista físico puede que nos haga ser, en lo emocional, menos seguros, porque minimiza las crisis que nos dicen quiénes son nuestros amigos reales.

Aliados y enemigos

Ninguna exposición razonada de las relaciones humanas podría quedar completa sin abordar el tema de la guerra. La guerra no es universal, aunque pueblos de todas las culturas sienten que pertenecen a un grupo (una banda, una tribu, un clan o una nación) y siente animosidad contra otros grupos. Además, la guerra es un hecho de primerísima importancia en las tribus de cazadores-recolectores. Muchos intelectuales creen que la guerra entre pueblos primitivos es rara, poco cruenta y está ritualizada o, cuando menos, así lo era hasta que los nobles salvajes quedaron contaminados cuando entraron en contacto con los occidentales. Pero se trata de una creencia absurda ya que la guerra ha sido siempre un infierno.

Las aldeas yanomami se dedican sin Krnite alguno a hacer incursiones en otras aldeas. El setenta por ciento de todos los adultos de más de cuarenta años ha perdido un miembro de su familia a causa de la violencia. El treinta por ciento de los hombres es muerto por otros hombres. El cuarenta y cuatro por ciento de los hombres ha matado a algún ser humano. Los yanomami se llaman a sí mismos el pueblo fiero, pero aparte de su idiosincrasia, otras tribus igual de prístinas presentan cifras similares. El arqueólogo Lawrence Keeley ha documentado que los habitantes de Papúa Nueva Guinea, los aborígenes australianos, los habitantes de las islas del Pacífico y los nativos de América del Norte han sido aniquilados por la guerra, sobre todo en los siglos anteriores al momento en que la Pax Británica puso fin a aquella perturbación a la actividad de los administradores coloniales del Imperio en gran parte del mundo. En la guerra primitiva, la movilización no era completa, las batallas eran más frecuentes, las bajas mayores, los prisioneros menos y las armas más dañinas. La guerra es, por decirlo de un modo suave, una presión de selección de primera importancia y dado que parece haber sido un acontecimiento recurrente en nuestra historia evolutiva, tiene que haber modelado partes de la psique humana.

¿Por qué alguien sería tan necio para iniciar una guerra? Las tribus pueden luchar por cualquier cosa que tenga valor, y las causas de las guerras tribales son tan difíciles de desentrañar como las causas que llevaron a la Primera Guerra Mundial. Con todo, aparece de forma reiterada un motivo que resulta sorprendente para los occidentales. En las sociedades de cazadores-recolectores, los hombres van a la guerra para obtener o conservar las mujeres, no necesariamente como un objetivo consciente de los guerreros (aunque a menudo es exactamente así), sino como la rentabilidad final que permitió que evolucionara el consentimiento a luchar. El acceso a las mujeres es el factor límite del éxito reproductivo de los varones. Tener dos esposas puede duplicar el número de hijos de un hombre, tener tres, triplicarlo, y así sucesivamente. Para un hombre que no se encuentra a las puertas de la muerte, no hay otro recurso que tenga tanto efecto en la aptitud evolutiva. Los botines más habituales de la guerra tribal son las mujeres. Los invasores matan a los hombres, raptan a las vírgenes, las violan en grupo y las toman como esposas. Chagnon descubrió que los hombres yanomami que habían matado a un enemigo tenían tres veces más esposas y tres veces más hijos que los que no. La mayoría de hombres jóvenes que habían matado estaban casados y la mayoría de los jóvenes que no habían matado nunca no lo estaban. La diferencia no es un accidente debido a otras diferencias entre los que mataban y los que no, como la talla, la fuerza o el número de parientes. Los hombres que habían matado gozaban de estima en las aldeas yanomamis y atraían y se les cedían más esposas^[120].

Además, los yanomami a veces planean incursiones en otras aldeas sólo para raptar a mujeres. Con mayor frecuencia, las planean para vengar pasadas muertes o raptos, pero siempre intentan también raptar a las mujeres. Las luchas sangrientas, en las que parientes vengan la muerte de uno de los suyos con la muerte de otro, ya sea

matando al que mató o a sus parientes, constituyen el mayor impulso que lleva a extender la violencia a todas partes; los motivos que dirigen este tipo de luchas tienen una evidente función disuasoria, tal como vimos en el **capítulo 6**. Las luchas sangrientas pueden prolongarse durante décadas o más, ya que cada bando hace el recuento de forma diferente, por tanto cada uno recuerda en todo momento las injusticias que deben ser resarcidas. (Imaginémonos nuestros sentimientos hacia un pueblo vecino que ha asesinado a nuestros esposos, nuestros hermanos y nuestros hijos o que haya violado y raptado a nuestra esposa, nuestras hijas y nuestras hermanas). Pero los que se enzarzan en una lucha sangrienta no se limitan a seguir una estricta ley del tallón. Si ven una oportunidad para deshacerse de un quebradero de cabeza de una vez por todas masacrando a sus oponentes, puede que lo hagan, al contar además con las mujeres como incentivo adicional. El deseo de tener mujeres no sólo ayuda, sino que alimenta las luchas sangrientas y también ayuda, en primer lugar, a precipitarlas. Por lo general, la primera muerte tenía por motivo una mujer: un hombre que sedujo o raptó a la esposa de algún otro o que rechazó un trato por el que se cambiaba a una hija por algo^[121].

A nuestra sociedad contemporánea le resulta difícil creer que las tribus sin cultura escrita vayan a la guerra por mujeres. Un antropólogo escribió a Chagnon: «¿Mujeres? ¿Luchar por mujeres? Por oro y diamantes puedo entenderlo, pero ¿por mujeres? Nunca». Esta reacción, sin duda, es un desatino biológico. Otros antropólogos sostuvieron que los yanomami padecían una escasez de proteínas y luchaban para poder cobrar piezas de caza mayores. Pero cuando se midió la aportación de proteínas en la dieta de esta tribu, resultó que era superior a la adecuada. En todas partes del mundo, los pueblos de cazadores-recolectores mejor alimentados son los *más* belicosos. Cuando Chagnon mencionó el déficit de proteínas a sus informantes yanomami, se echaron a reír incrédulos y dijeron: «Aunque nos gusta la carne, las mujeres nos gustan muchísimo más». Chagnon señala que no son en definitiva tan diferentes de nosotros. «Basta con acudir un sábado por la noche a un bar de clase obrera donde son frecuentes las peleas. ¿A qué se deben en general las peleas? ¿A la cantidad de carne que lleva la hamburguesa? O bien estudiemos, por ejemplo, las letras de una docena de canciones de música country... ¿acaso dicen “No te llesves mi vaca a la ciudad”?»^[122].

Las semejanzas son aún más profundas. La guerra entre los pueblos occidentales difiere de la guerra primitiva en muchos sentidos, pero se asemeja al menos en uno: los invasores violan o raptan a las mujeres. Este hecho aparece ya consignado en la Biblia:

Marcharon pues, contra Madian, como Yahvé había mandado a Moisés; y mataron a todos los varones... tomaron cautivas a todas las mujeres de Madian con sus niños, y se apoderaron de todo su ganado, de todos sus rebaños y de todos sus bienes... Pero Moisés se airó contra los jefes de los cientos que volvían de la guerra y les dijo: «¿Cómo es que habéis dejado con vida a todas las mujeres?... Matad ahora a todo varón

entre los niños, matad también a toda mujer que haya conocido varón; pero todas las niñas que no han conocido varón reservadlas para nosotros». (Números 31)

En el caso de acercarte a una ciudad para atacarla, le ofrecerás la paz... Mas si no hace la paz contigo y empieza a hacerte la guerra, la sitiárs; y cuando Yahvé tu Dios la entregare en tu mano, pasarás a cuchillo a todos sus varones, pero las mujeres, los niños y los ganados, con todo lo que se halle dentro de la ciudad, todo su botín lo tomarás para ti y comerás de los despojos de tus enemigos, que Yahvé, tu Dios, ha entregado en tus manos. (Deuteronomio 20)

Cuando saliendo a la guerra contra tus enemigos, Yahvé, tu Dios, los entregare en tu mano y tomares de ellos cautivos, si ves entre los cautivos una mujer hermosa y prendado de eDa quieres tomarla por esposa, la entrarás en tu casa y ella se raerá la cabeza y se cortará las uñas. Luego se quitará el vestido de su cautividad, y quedándose en tu casa llorará a su padre y a su madre durante un mes; y después entrarás en ella, y serás su marido, y ella será tu mujer. (Deuteronomio 21)^[123].

Según el relato de la *Iliada* guerra de Troya empezó con el rapto de Helena de Troya. Durante la Primera Cruzada, los soldados cristianos violaron a todas las mujeres que se interpusieron a su paso hasta llegar a Constantinopla. Shakespeare presenta a Enrique V amenazando a una aldea francesa durante la Guerra de los Cien Años de que si no se rendían, deberían cargar con la culpa de que sus «puras doncellas caigan bajo las garras de la violación ardiente y brutal»:

Si rehusáis, aguardad pues a ver cómo vuestras hijas, prendidas por los mechones de sus cabellos, entre gritos desgarradores, serán mancilladas por la vil mano de la enegada y sanguinaria soldadesca; cómo las venerables testas de vuestros padres, de sus plateadas barbas sujetas, esparcerán sus sesos contra las murallas; cómo vuestros desnudos pequeños serán empalados, mientras las madres enloquecidas, con sus turbadores gritos desgarrarán las nubes del cielo, como si fueran las esposas de los judíos ante la sed de sangre de los matarifes de Heredes^[124].

La escritora feminista Susan Brownmiller ha documentado que la violación fue practicada de forma sistemática por los ingleses en las Tierras Altas escocesas, por los alemanes al invadir Bélgica durante la Primera Guerra Mundial y la Europa del Este en el curso de la Segunda Guerra Mundial, por los japoneses en China, por los paquistaníes en Bangladesh, por los cosacos durante los pogromos, por los turcos cuando perseguían a los armenios, por el Ku Klux Klan en el Sur de Estados Unidos y, en menor grado, por los soldados rusos que avanzaban hacia Berlín y los soldados norteamericanos en el Vietnam^[125]. En fecha reciente los serbios en Bosnia y los hutus en Ruanda se han sumado a la lista. La prostitución, que en época de guerra resulta difícil de distinguir de la violación, es una gratificación que toman los soldados y se halla presente en todas partes. Los dirigentes puede que a veces se sirvan de la violación como de una táctica de terror para alcanzar otros fines, tal como evidentemente hizo Enrique V, pero esta táctica resulta tan efectiva precisamente porque los soldados se hallan muy dispuestos a llevarla a cabo, tal como Enrique se esmeraba en recordárselo a los franceses. De hecho, a menudo falla, ya que da a los defensores un incentivo incalculable para luchar, y probablemente es por esa razón, más que por compasión hacia las mujeres enemigas, que los ejércitos

modernos han prohibido la violación. Aun cuando la violación no sea una parte destacada de nuestro modo de hacer la guerra, investimos a nuestros líderes guerreros con un prestigio enorme al igual que hacen los yanomami, y por todo lo dicho hasta ahora, estamos en medida de saber qué efecto tiene el prestigio en el atractivo sexual de un hombre y, hasta fecha reciente, en su éxito reproductivo^[126].



La guerra o la agresión realizada por una coalición de individuos, es un hecho raro en el reino animal. Podríamos pensar, por ejemplo, que el segundo, tercero y cuarto en la escala jerárquica de los elefantes marinos, matarán al macho más fuerte y se repartirán el harén entre ellos, pero lo cierto es que nunca lo hacen. Aparte de los insectos sociales, cuyo insólito sistema genético les hace ser un caso especial, sólo los seres humanos, los chimpancés, los delfines y quizá los bonobos forman grupos de cuatro o más individuos para atacar a los otros machos. Éstas son algunas de las especies con cerebros más grandes, lo cual sugiere que posiblemente la guerra requiera una maquinaria mental sofisticada. Tooby y Cosmides han trabajado la lógica adaptativa de la agresión coalicional y los mecanismos cognitivos necesarios para sostenerla. (Esto, sin duda, no significa que piensen que la guerra es un suceso inevitable o «natural» en el sentido de «bueno»)^[127].

A menudo los ejércitos reclutan forzosamente a los individuos, aunque a veces éstos se alistan voluntarios. La patriotería es alarmantemente fácil de suscitar, aun cuando no haya ningún recurso escaso por el que luchar. En numerosos experimentos llevados a cabo por Henri Taffel y otros psicólogos sociales, los individuos se dividían en dos grupos, en realidad de forma aleatoria, pero siguiendo ostensiblemente un criterio trivial, como, por ejemplo, si subestimaban o sobrestimaban el número de puntos distribuidos en una pantalla o si preferían los cuadros de Klee o los de Kandinsky. Los individuos en cada grupo de forma instantánea detestaban a los del otro grupo y empezaban a pensar lo peor de ellos, al punto de actuar negándoles gratificaciones aun cuando hacerlo resultaba gravoso para su propio grupo. Este etnocentrismo instantáneo puede evocarse incluso si el experimentador descarta la charada de los puntos o los cuadros, ¡y divide a la gente en grupos lanzando una moneda al aire ante los ojos de los sujetos del experimento! Las consecuencias para el comportamiento no son menores. En un experimento ya clásico, el psicólogo social Muzafer Sherif seleccionó cuidadosamente un grupo de muchachos norteamericanos de clase media y bien adaptados para llevar con ellos un campamento de verano, y los repartió aleatoriamente en dos grupos que entonces pasaron a competir en deportes y en la elaboración de relatos cortos y satíricos. Con el paso de los días, los grupos se fueron haciendo más violentos y empezaron a atacarse unos a otros con palos, bates y tirando piedras con hondas, forzando a los experimentadores a intervenir para garantizar la seguridad de los muchachos^[128].

El enigma de la guerra consiste en saber por qué las personas participan de forma voluntaria en una actividad en la que tienen una magnífica probabilidad de resultar muertos. ¿Cómo puede haber evolucionado un deseo de jugar a la ruleta rusa? Tooby y Cosmides lo explican mediante el hecho de que la selección natural favorece aquellos rasgos que incrementan la aptitud *media*. Todos y cada uno de los genes que aportan un rasgo se hallan en muchos individuos en muchas generaciones; por tanto, si un individuo portador del gen muere sin tener hijos, el éxito de muchos otros que también portan el gen puede compensarlo. Imaginemos un juego de ruleta rusa donde si uno no resulta muerto tiene un nuevo descendiente. Un gen para participar en el juego se seleccionaría, porque cinco de cada seis partes del tiempo aportaría una copia adicional en el fondo genético y una de cada seis no dejaría ninguna. Por término medio, esto produce 0,83 copias más de las que se obtienen si no se entra en el juego. Participar junto a otros cinco hombres en una coalición que está segura de capturar a cinco mujeres, pero que sufrirá una baja, constituye una lección equivalente a la de participar en el juego de la ruleta rusa. La idea esencial es que la coalición actuando conjuntamente puede ganar un beneficio que sus miembros no podrían obtener si actuaran por su cuenta y riesgo, y que los botines se distribuirán según los riesgos asumidos. (Existen varias complicaciones, pero no cambian para nada el asunto).

De hecho, si los botines son seguros y se reparten de forma equitativa, el nivel de peligro no importa. Pongamos por caso que la coalición tenga once miembros y pueda tender una emboscada a una coalición enemiga formada por cinco individuos y capturar a sus mujeres. Si un miembro de la primera coalición probablemente resulte muerto, todos tienen diez sobre once probabilidades de sobrevivir, lo cual les otorga una probabilidad entre dos de conseguir una esposa (cinco mujeres cautivas, diez hombres), una ganancia prevista de 0,45 esposas (promedio sacado de muchas situaciones con estos resultados). Si en el enfrentamiento resultaran muertos dos miembros de nuestra coalición, la probabilidad que tendríamos de sobrevivir sería menor (sólo nueve sobre once) pero, en caso de sobrevivir, tendríamos una probabilidad mayor de conseguir una esposa, ya que los abados muertos no aprovecharían las suyas. La ganancia media ($9/11 \times 5/9$) es la misma, a saber, 0,45 esposas. Aun si en el enfrentamiento hubiera una probabilidad de que *seis* miembros de la coalición cayeran muertos, de modo que las probabilidades de supervivencia cayeran y fueran inferiores a las de resultar muerto (cinco contra once), los botines se dividirían menos veces (cinco mujeres entre cinco vencedores), por tanto en caso de sobrevivir tendríamos garantizada una esposa, para una ganancia prevista, nuevamente, de 0,45 mujeres.

Los cálculos de Tooby y Cosmides suponen que los hijos de un hombre pueden desenvolverse igual de bien aun cuando el hombre muera, de modo que la pérdida de la aptitud con la muerte es igual a cero y no negativa. Desde luego, ese supuesto no es cierto, pero los autores señalan que si el grupo es relativamente próspero, las

probabilidades de supervivencia de los hijos huérfanos de padre puede que no disminuyan demasiado y aún valdría la pena hacer la incursión. Además, predicen que los hombres tendrán más ganas de luchar cuando su grupo disponga de la comida necesaria para aumentarse, que en épocas en las que haya hambre, contrariamente a lo dispuesto por la hipótesis de la escasez de proteínas como causa de la guerra^[129]. Los datos corroboran además la teoría de Tooby y Cosmides. Otra consecuencia es que las hembras nunca tendrían interés en iniciar una guerra (aun cuando tuvieran las armas o los aliados que compensaran su tamaño más pequeño). La razón por la que las hembras nunca desarrollaron un apetito para formar bandas y hacer incursiones en las aldeas vecinas en busca de esposos, es que el éxito reproductivo de una mujer está limitado en contadas ocasiones por el número de machos disponibles, por tanto, cualquier riesgo para su vida mientras va en busca de parejas adicionales es una pérdida absoluta en la aptitud esperada. (Las mujeres de los pueblos de cazadores-recolectores, sin embargo, alientan a los hombres para que luchen en defensa del grupo y venguen a los miembros muertos de la familia). La teoría explica así mismo la razón por la cual en la guerra moderna la mayoría no desea enviar mujeres al frente y se siente moralmente agraviada cuando entre las bajas figuran mujeres, aunque no hay ningún argumento moral que haga ser a la vida de una mujer algo más valioso que la de un hombre. Resulta difícil hacer vacilar la intuición de que la guerra es un juego que beneficia a los hombres (lo cual es cierto para la mayor parte de nuestra historia evolutiva) y que, en consecuencia, éstos deben asumir los riesgos.

La teoría predice también que los hombres querrán luchar en colectivo sólo si confían en la victoria y ninguno de ellos sabe con antelación quién resultará herido o muerto. Si la derrota es probable, no hay razón para luchar. Y si uno asume más de la parte de riesgo que le toca —pongamos por caso, si los compañeros de pelotón le exponen al peligro dedicándose sólo a cubrir sus propias espaldas—, tampoco tiene sentido luchar. Estos dos principios modelan la psicología de la guerra.

Entre los cazadores-recolectores las bandas belicosas suelen ser, en general, facciones del mismo pueblo y disponen del mismo tipo de armamento, por tanto en nuestro pasado evolutivo el modo de predecir la victoria debió de haber sido el peso del contingente de los bandos enfrentados. El bando con más guerreros era invencible, y las posibilidades de victoria podían estimarse a partir del contingente de hombres que había en cada bando. Precisamente por esta razón los yanomami se obsesionan con el tamaño de sus aldeas, y a menudo establecen alianzas o recapacitan al producirse las secesiones, porque saben que las aldeas más pequeñas quedan indefensas en caso de guerra. Incluso en las sociedades contemporáneas, la presencia de una muchedumbre en nuestro bando envalentona, mientras que si está en el contrario aterra. El alistamiento masivo es una táctica común para avivar el patriotismo y una manifestación de masas puede incitar el pánico incluso en un dirigente militar seguro. Un importante principio de la estrategia en el campo de

batalla es rodear a una unidad enemiga, haciendo que la derrota parezca inevitable y causar de este modo el pánico y la derrota.

Igual de importante es una distribución equitativa del riesgo. Una partida de hombres que sale a hacer la guerra se enfrenta al problema por excelencia del altruismo. Cada miembro tiene un incentivo a hacer trampa manteniéndose fuera de la línea de fuego y exponiendo a los demás a un riesgo mayor. Así como una cooperación benevolente no puede evolucionar a menos que quien otorga el favor detecte y castigue a los tramposos y mentirosos, la cooperación agresiva no puede evolucionar a menos que los combatientes detecten y castiguen a los cobardes o los gandules. La bravura y la disciplina son las obsesiones que caracterizan a los hombres que luchan. Afectan a todo, desde el sentido que el soldado tiene de a quién quiere en su trinchera como tirador, hasta la estructura de mando que obliga a los soldados a asumir de forma equitativa el riesgo y recompensa la bravura y castiga la desertión. La guerra es un fenómeno raro en el reino animal porque los animales, al igual que los seres humanos, deben ser cobardes a menos que puedan establecer un contrato con múltiples partes para compartir los riesgos. A diferencia de los seres humanos que fueron nuestros antepasados, no disponen de la maquinaria cognitiva a partir de la cual se desarrollaría fácilmente un calculador de la coacción que permitiera su cumplimiento.

Llegados a este punto se presenta otra peculiaridad de la lógica y la psicología de la guerra. Un hombre consentirá en permanecer en una coalición mientras no *sepa* que está a punto de morir. Puede conocer las probabilidades, pero no puede saber si la lógica de la muerte se le viene encima. Pero en *cierto* momento puede que vea cómo se le ciernen. Puede ver a un arquero que le ha escogido como blanco o detectar una inminente emboscada o darse cuenta de que le han enviado a cumplir una misión suicida. En este momento todo cambia, y la única postura racional es desertar. Sin duda, si la incertidumbre se desvanece sólo pocos segundos antes de morir, es demasiado tarde. Podemos decir que cuanto más lejos avanza un combatiente, este hecho predice que está a punto de convertirse en un soldado desconocido, que más fácilmente puede desertar y más probable es que la coalición misma se diluya. En una coalición de animales, en cambio, que ataca a otra coalición o a un individuo, un atacante recibe cierto aviso si es elegido como blanco de un contraataque y puede huir antes de que le den caza. Por esta razón, una coalición de animales sería especialmente propensa a deshacerse. Los seres humanos, en cambio, han inventado armas, desde las lanzas y las flechas hasta las balas y las bombas, las cuales hacen que el fatal destino permanezca desconocido hasta el último segundo. Detrás de este velo de ignorancia, los hombres son motivados a luchar hasta el final.

Décadas antes de que Tooby y Cosmides descompusieran esta lógica, el psicólogo Anatol Rapoport la ilustró con una paradoja sacada de la Segunda Guerra Mundial. (Creía que el escenario era válido, pero era incapaz de verificarlo). En una base de bombarderos del Pacífico, un aviador tenía sólo un veinticinco por ciento de

posibilidades de sobrevivir al número de misiones que debía cumplir. Algunos calcularon que si los aviadores llevaban el doble de bombas, una misión podía ser cumplida con la mitad de vuelos. Pero el único modo de aumentar la carga útil era reducir la cantidad de combustible, lo cual significaba que los aviones tendrían que volar en misiones sólo de ida. Si los aviadores hubieran querido echar a suertes y aceptar una probabilidad entre dos de emprender el vuelo hacia una muerte segura en lugar de agarrarse a tres entre cuatro probabilidades de emprender el vuelo hacia una muerte incierta, habrían *doblado* su posibilidad de supervivencia, ya que sólo la mitad de ellos habrían muerto en lugar de las tres cuartas partes de los aviadores. Huelga decir que esta estrategia nunca fue llevada a la práctica. Muy pocos aceptaríamos una oferta como ésta, aunque sea completamente justa y habría salvado muchas vidas, entre ellas, posiblemente las nuestras. La paradoja es una demostración inquietante de que nuestra mente está equipada para asumir voluntariamente un riesgo de muerte en una coalición, pero sólo si no sabemos cuándo nos sobrevendrá la muerte^[130].

Humanidad

Por tanto, ¿acaso no nos queda otra posibilidad más, a la vista de este aciago panorama, que sorber el veneno y olvidarnos definitivamente de todo? Hay quien piensa que la psicología evolutiva afirma haber descubierto que la naturaleza humana es egoísta y malvada. Pero simplemente adulan a los investigadores y cualquier persona afirmaría haber descubierto justo lo contrario, ya que nadie necesita a un científico para evaluar si los seres humanos son propensos a la bribonería. Basta con consultar los libros de historia, los periódicos, los registros etnográficos y las cartas a Ami Landers para conocer la respuesta. Pero tratamos esta cuestión como si fuera una pregunta abierta, como si algún día los científicos pudiéramos descubrir que todo es un mal sueño y que despertáramos y descubriéramos que la naturaleza humana es amarse los unos a los otros. La tarea de la psicología evolutiva no consiste en pensar la naturaleza humana, una tarea que mejor es dejarla para otros, sino que su misión consiste en aportar un tipo satisfactorio de concepción que sólo la ciencia puede facilitar y que consiste en conectar lo que sabemos de la naturaleza humana con el resto de nuestro conocimiento acerca de cómo funciona el mundo y explicar el mayor número de hechos con el menor número de suposiciones. Actualmente, se puede demostrar que una buena parte de nuestra psicología social, bien documentada en el laboratorio y gracias a trabajos de campo, surge de unas pocas suposiciones acerca de la selección de parentesco, la inversión parental, el altruismo recíproco y la teoría computacional de la mente.

Por tanto, ¿la naturaleza humana nos predestina a una pesadilla en la que somos explotados por los maximizadores de la aptitud evolutiva que operan sin dar tregua ni descanso? Una vez más, es un desatino buscar en la ciencia una respuesta. Todos sabemos que los seres humanos somos capaces de una compasión y sacrificio descomunales. La mente cuenta con muchos componentes y acomoda no sólo los motivos más deplorables, sino también el amor, la amistad, la cooperación, un sentido de la justicia y una capacidad de predecir las consecuencias de nuestros actos. Las diferentes partes de la mente luchan para activar y desactivar el pedal de mano del comportamiento, por tanto los malos pensamientos no siempre causan malos actos. Jimmy Cáster, en su célebre entrevista concedida a la revista *Playboy*, dijo: «He mirado a un montón de mujeres con lascivia. He cometido adulterio con el pensamiento muchas veces». Pero la prensa del corazón norteamericana nunca halló prueba alguna de que lo hubiera cometido en la vida real, ni siquiera una vez.

Y en un escenario más amplio, la historia ha presenciado la desaparición definitiva de terribles plagas, a veces sólo tras años de efusión de sangre, a veces como se desvanece la bocanada de humo de un cigarro. La esclavitud, los déspotas y sus harenes, la conquista colonial, las luchas sangrientas, las mujeres consideradas como propiedad, el racismo institucionalizado y el antisemitismo, el trabajo infantil, el apartheid y la segregación racial, el fascismo, el estalinismo, el nazismo, el leninismo y la guerra han desaparecido ya de grandes regiones del mundo que durante décadas, siglos e incluso milenios los habían padecido. Las tasas de homicidio en las selvas urbanas más depravadas de Estados Unidos son veinte veces inferiores a las que presentan muchas de las sociedades de cazadores-recolectores. Los britanos contemporáneos tienen una probabilidad veinte veces menor de ser asesinados que sus antepasados medievales^[131].

Si el cerebro no ha cambiado con los siglos, ¿de qué modo la condición humana puede haber mejorado? Parte de la respuesta, a mi entender, es que la alfabetización, el saber y el intercambio de ideas han socavado ciertos tipos de explotación. No es que los seres humanos tengamos un pozo de bondad que las exhortaciones morales puedan utilizar, sino que la información puede ser moldeada de un modo que permite hacer que los explotadores de la naturaleza humana aparezcan como hipócritas o dementes. Uno de nuestros instintos más básicos —revindicar la autoridad so pretexto de ejercer una acción benéfica y competente— puede ser astutamente dirigido en provecho de los otros. Cuando cualquiera de nosotros tiene oportunidad de contemplar las representaciones gráficas del sufrimiento, ya no resulta posible que nos digan que no se está causando ningún daño. Cuando una víctima se expresa en primera persona con palabras que habitualmente utiliza quien hoy es su verdugo, resulta ya muy difícil sostener de forma creíble que las víctimas son un tipo inferior de seres. Cuando se demuestra que un portavoz se hace eco de las palabras de su enemigo o de un anterior portavoz cuyas políticas condujeron al desastre, su autoridad se desmigaja. Cuando se describe la vida de los pacíficos vecinos, resulta

difícil insistir en que la guerra es inevitable. Cuando Martin Luther King dijo «Tengo un sueño y un día esta nación se levantará y vivirá el auténtico significado de su credo: “estas verdades son ciertas por sí mismas y todos los seres humanos fueron creados iguales”», hizo imposible que los segregacionistas sostuvieran que ellos eran patriotas sin parecer ya meros charlatanes de feria.

Tal como mencioné al principio, si bien el conflicto es un universal humano, no por ello dejan de haber esfuerzos que tienden a reducirlo y, de vez en cuando, la mente humana capta el indicio de un hecho económico en bruto, a saber, que a menudo los adversarios salen ambos ganando si deponen las armas y se reparten el excedente creado. Algunos yanomami, además, perciben la futilidad de su modo de vivir el conflicto y anhelan encontrar un medio para romper el ciclo de la venganza. A lo largo de toda la historia, los seres humanos han inventado tecnologías ingeniosas —la retórica, las exposiciones, las meditaciones, las medidas para salvar las apariencias, los contratos, la disuasión, la igualdad de oportunidades, la mediación, los tribunales, las leyes normativas, la monogamia, los límites a la desigualdad económica, la renuncia a la venganza y muchas otras más—, que ponen una parte de la mente en contra de otra y complementan los avances en la civilización de una naturaleza humana cuya evolución no se hizo seleccionando la gentileza. Los teóricos de la utopía debieran mostrarse humildes ante el despliegue de este saber práctico, que probablemente continuará siendo más efectivo que las propuestas «culturales» destinadas a arreglar la educación de los hijos, el lenguaje y los medios de comunicación, así como las propuestas «biológicas», que propugnan explorar el cerebro y los genes de los miembros de bandas criminales urbanas en busca de los factores causales de la agresión para paliarlos distribuyendo píldoras antiviolencia en los guetos.

Tenzin Gyatso, el Dalai Lama del Tíbet, fue reconocido cuando tenía dos años de edad como la decimocuarta reencarnación del Buda de la Compasión, Santo Señor, Gloria de Bondad, Elocuente, Compasivo, Sabio Defensor de la Fe, Océano de Sabiduría. Fue llevado a Lhasa y educado por monjes ancianos, que le enseñaron filosofía, medicina y metafísica. En 1959, tras la invasión china del Tíbet, se convirtió en el líder espiritual y civil en el exilio del pueblo tibetano. A pesar de carecer de base de poder, es reconocido como un estadista mundial por la absoluta fuerza de su autoridad moral y en 1989 le fue otorgado el premio Nobel de la Paz. Ningún otro ser humano estaba más predispuesto por su educación y el papel que se le había confiado a tener pensamientos nobles y puros.

En 1993, una periodista del *New York Times* le preguntó por su vida personal. Dijo que cuando era pequeño le gustaban los juguetes bélicos, sobre todo, su carabina de aire comprimido. De adulto, se relaja mirando las fotografías de los campos de batalla y la historia ilustrada de la Segunda Guerra Mundial editada por Time-Life en treinta volúmenes. Al igual que los muchachos de todas partes, disfruta estudiando las fotografías de material armamentístico, como tanques, aviones, buques de guerra,

submarinos y, sobre todo, portaaviones. Tiene sueños eróticos y se siente atraído por las mujeres bellas, al punto de tener que hacer memoria a menudo de que es «un monje»; pero nada de todo ello se ha interpuesto en el camino que le ha llevado a ser uno de los más importantes pacifistas de la historia. Y a pesar de la opresión de su pueblo, continúa siendo optimista y predice que el siglo XXI será más pacífico que el XX. «¿Porqué?», le preguntó la periodista. «Porque creo —le respondió— que en el siglo XX la humanidad ha aprendido algo de muchas y muchas experiencias. Algunas positivas, y muchas negativas. ¡Cuánta maldad, cuánta destrucción! Durante las dos guerras mundiales del siglo XX murieron más seres humanos probablemente que en cualquier época anterior. Pero la naturaleza humana es tal que cuando nos enfrentamos con una tremenda situación crítica, la mente puede despertar y encontrar alguna otra alternativa. Es una capacidad humana»^[132].

EL SIGNIFICADO DE LA FAMILIA

No sólo de pan vive el hombre, ni de la destreza, los conocimientos técnicos, la seguridad, los hijos o el sexo. En todas partes los seres humanos dedican tanto tiempo como pueden permitirse a actividades que, a la vista de la lucha por sobrevivir y reproducirse, parecen inútiles. En todas las culturas, los seres humanos cuentan historias y recitan poesía; bromean, leen y se toman unos a otros el pelo; cantan y bailan, decoran todo tipo de superficies y llevan a cabo rituales. En todas las culturas se preguntan acerca de las causas de la fortuna y la desgracia, y albergan creencias acerca de lo sobrenatural que contradicen todo cuanto saben del mundo. Fragan e inventan teorías del universo, así como del lugar que ocupan en él^[1].

Por si todo ello no fuera suficiente misterio, cuanto más frívola y vana desde un punto de vista biológico es la actividad, más personas la exaltan. El arte, la literatura, la música, la agudeza de ingenio, la religión y la filosofía son considerados afanes no sólo agradables, sino nobles. Son la mejor obra de la mente, aquello que hace que la vida valga la pena de ser vivida. ¿Por qué perseguimos lo trivial y lo fútil, y lo experimentamos como sublime? Son muchas las personas educadas que consideran esta pregunta horrorosamente filistea, inmoral aun. Pero resulta inevitable para todo aquel que esté interesado en la constitución biológica del *Homo sapiens*. En nuestra especie hay individuos que realizan actos insensatos, como hacer votos de celibato, vivir de la música que componen o interpretan, vender su sangre para comprar entradas de cine^[2] y matricularse en un curso de doctorado. ¿Por qué? ¿Cómo podríamos entender la psicología de las artes, el humor, la religión y la filosofía en el seno de la temática desarrollada en este libro, a saber, que la mente es un ordenador neural diseñado por selección natural?

Toda facultad universitaria cuenta con un departamento de artes, el cual por lo general domina la institución en cuanto al número de sus estudiantes, así como en relación a su prestigio público. Pero esas decenas de millares de especialistas y esos millones de páginas de erudición apenas si han arrojado luz sobre la pregunta de por qué los seres humanos se dedican a las artes. La función que cumplen las artes es oscura al punto de ser casi un desafío, y a mi juicio son varias las razones que permiten comprender la razón de que así sea.

Una de las primeras razones es que las artes comprometen no sólo la psicología de la estética, sino también la psicología del estatus social^[3]. La inutilidad misma del arte, que tan incomprensible resulta para la biología evolutiva, le hace ser, en cambio, diáfananamente comprensible para la economía y la psicología social. ¿Qué mejor

modo de probar que se tiene dinero, que gastándolo en artilugios y exhibiciones que ni llenan el estómago ni guarecen de la lluvia pero que, en cambio, requieren la utilización de materiales preciosos, años de práctica, dominio de textos oscuros e íntimas relaciones con la élite? Los análisis del gusto y la moda realizados por Thorstein Veblen y Quentin Bell, según los cuales las lujosas exhibiciones de consumo, ocio y escándalo son emuladas por la muchedumbre, haciendo que la élite se desmarque y busque nuevas formas de exhibición inimitables, explican con precisión las rarezas y singularidades de las artes de otro modo inexplicables. Los grandes estilos de un siglo pasan a ser cosa vulgar para el siguiente, tal como se aprecia en palabras que sirven al mismo tiempo como etiquetas de períodos históricos y sinónimos de abuso (*gótico, barroco, manierista, rococó*). Los inquebrantables mecenas de las artes son la aristocracia y todos aquellos que quieren entrar a forman parte de ella. A la mayoría de la gente les dejaría de gustar una grabación musical si supieran que se vende en el mostrador de caja de los supermercados o en televenta, al punto que incluso la obra de artistas relativamente prestigiosos, como Pierre Auguste Renoir, merece reseñas y críticas desdeñosas y burlonas cuando se expone en una muestra museística anunciada como «espectacular». El valor del arte carece ampliamente de relación con la estética: una obra maestra de incalculable valor se convierte en un objeto sin valor si se demuestra que es una falsificación; las latas de la sopa Campbell y los cómics se convierten en arte puro cuando el mundo del arte dice que lo son y alcanzan precios tan llamativos que superan el mero derroche. Las obras de arte modernas y posmodernas están destinadas no tanto a deleitar como a confirmar o desbaratar las teorías de un gremio de críticos y analistas, a *épater la bourgeoisie* o, dicho de otro modo, a desconcertar a los paletos.

La trivialidad consistente en afirmar que la psicología de las artes es en parte la psicología del prestigio ha sido repetidamente señalada, no sólo por cínicos y bárbaros, sino por comentaristas sociales eruditos como Quentin Bell y Tom Wolfe. Pero en la universidad contemporánea, es una apreciación no mencionada, en realidad, casi tabú. Académicos e intelectuales son los buitres que viven de la cultura. En una reunión de la élite actual, está perfectamente aceptado reírse de que uno apenas haya adquirido rudimentos de ciencia durante la etapa de formación y que, a partir de entonces, ha permanecido ajeno a la ciencia, a pesar de la importancia indiscutible que la cultura científica tiene a la hora de decidir en materia de salud personal y política pública. En cambio, afirmar que uno nunca ha oído hablar de James Joyce, o que si bien en cierta ocasión ha escuchado a Mozart, prefiere a Andrew Lloyd Webber, es una inconveniencia tan chocante como olerse las axilas o decir que uno es partidario de la explotación de menores, a pesar de la evidente insignificancia de los gustos personales en la actividad de ocio con respecto a cualquier cosa. La mezcla de arte, prestigio y virtud en la mente de los seres humanos es una extensión del principio enunciado por Bell de la moralidad del vestir impecable que expusimos en el **capítulo 7**: la gente encuentra dignidad en los signos

de una existencia honorablemente fútil de la cual han desaparecido todas las necesidades plebeyas^[4].

Si menciono estos hechos no es con ánimo de denigrar las artes, sino para clarificar la temática que pretendo desarrollar. Quisiera guiar al lector en el examen de la psicología de las arces (y, luego, del humor y la religión) con la mirada desinteresada de un biólogo alienígena que intentara entender a la especie humana, y no como miembro de la especie que tenga cierto interés en el modo en que las artes son descritas. *Desde luego*, al contemplar los productos de las artes encontramos placer y formación, y no todo se reduce al orgullo de compartir los gustos de la *beautiful people*. En cambio, para comprender la psicología de las artes una vez se les ha sustraído la psicología del prestigio, debemos desprendernos de nuestro terror a que nos confundan con el tipo de personas que prefieren a Andrew Lloyd Webber y no a Mozart. Tenemos que empezar por las canciones populares, la literatura barata y las pinturas aterciopeladas, y no con Mahler, Eliot y Kandinsky. Además, hacerlo no significa compensar nuestro envilecimiento disfrazando lo modesto del tema con una «teoría» pomposa (sea ésta el análisis semiótico de los *Peanuts*, una exégesis psicoanalítica de Archie el ultra, o una desconstrucción de la revista *Vogue*). Significa, ante todo, plantear una pregunta sencilla: ¿qué hay en la mente que nos hace gozar de las figuras, los colores, los sonidos, las bromas, los cuentos y los mitos?

Esta pregunta, a diferencia de las preguntas sobre el arte en general, sería contestable. Las teorías del arte llevan las semillas de su propia destrucción. En una época en la que cualquier individuo puede comprar discos CD, pinturas y novelas, los artistas se labran sus carreras encontrando los modos de evitar los caminos ya trillados, de desafiar los gustos agotados, de diferenciar a los *connaisseurs* de los diletantes y reírse de lo que el saber popular entiende que es el arte (de ahí los infructuosos intentos durante décadas de definir el arte). Cualquier debate que no consiga reconocer precisamente esto, se halla fatalmente destinado a ser estéril, ya que nunca explicará por qué la música place al oído, porque la «música» se define abarcando el jazz atonal, las composiciones cromáticas y otros ejercicios intelectuales. Nunca Llegará a comprender las risas obscenas y las burlas cordiales que tan importantes son en las vidas de los seres humanos, porque definirá el humor como la maliciosa agudeza de ingenio de un Oscar Wilde. La excelencia y la vanguardia responden en su diseño a los gustos de un paladar sofisticado, son el producto de años de inmersión en un género y de una familiaridad con sus convenciones y tópicos. Descansan en el arte de colocarse siempre en una situación de superioridad con respecto a los demás y en arcanas alusiones y exhibiciones de virtuosidad. Por fascinantes y merecedoras de nuestro apoyo que sean, sin embargo, tienden a oscurecer la psicología de la estética y no la esclarecen.



Otra de las razones de la oscuridad de la psicología de las artes es que no son actividades adaptativas en el sentido que cobra el término en biología. Este libro ha tratado del diseño adaptativo de los principales componentes de la mente, pero ello no significa que crea que todo cuanto hay en la mente sea en realidad adaptativo desde un punto de vista biológico. La mente es un ordenador neural, capacitado por selección natural para manejarlos algoritmos combinatorios del razonamiento causal y probabilístico sobre plantas, animales, objetos y personas. Este ordenador neural está regido por estados de objetivos que sirvieron a la aptitud biológica en los entornos ancestrales, como podían ser la comida, las relaciones sexuales, la seguridad, la paternidad, la amistad, el prestigio social y el saber. Esta caja de herramientas, sin embargo, se puede utilizar para montar proyectos durante las tardes del domingo cuyo valor adaptativo es cuando menos dudoso.

Hay partes de la mente que registran cuándo se consigue acrecentar la aptitud dándonos la sensación de placer. Otras partes utilizan, en cambio, un conocimiento de la causa y el efecto para producir objetivos. Si unimos las dos, tendremos una mente que responde a un desafío que, desde un punto de vista biológico, carece de sentido: descifrar el modo de llegar a los circuitos del placer del cerebro y hacer que liberen pequeñas descargas de placer, sin la molestia de que los aumentos en la aptitud de *bona fide* se olviden de la dureza del mundo. Cuando una rata de laboratorio accede a una palanca que envía impulsos eléctricos a un electrodo que lleva implantado en el centro del placer y la gratificación del cerebro (*Medial Forebrain Bundle*) anterior, presiona la palanca con frenesí hasta que queda extenuada, renunciando a las oportunidades de comer, beber y tener relaciones sexuales. Si bien los seres humanos no pasan por la neurocirugía electiva para que les implanten electrodos en sus centros del placer, han encontrado, en cambio, maneras de estimularlos por otros medios. Un ejemplo evidente son las drogas, que actúan en los enlaces químicos de los circuitos del placer.

Otra ruta de acceso a los circuitos del placer son los sentidos, que estimulan los circuitos siempre que se hallan en entornos que, en generaciones anteriores, habrían conducido a la aptitud biológica. Sin duda, un entorno que fomente la aptitud no se anunciará como tal directamente; emitirá modelos de sonidos, de visiones, de olores, de sabores y de sensaciones que los sentidos han sido diseñados para registrarlos. Ahora bien, si las facultades intelectuales identificaran los modelos dispensadores de placer, los purificaran y concentraran, el cerebro se estimularía sin tener que enfrentarse ni a electrodos ni a drogas. Se dispensaría a sí mismo intensas dosis artificiales de panoramas, sonidos y olores que habitualmente eran dispensados por entornos sanos. Nos gusta el pastel de queso y cerezas, pero no porque hayamos desarrollado un gusto especial para saborearlo. En nuestro pasado evolutivo, desarrollamos circuitos que nos dispensaban dosis de placer cuando comíamos una fruta madura, cuando teníamos la cremosa sensación en la boca de las grasas y aceites, cuando comíamos frutos secos y carne, y saboreábamos el frescor del agua

fresca. Una tarta de queso es una explosión de sensualidad sin parangón en el mundo natural, porque es un preparado con megadosis de estímulos agradables que confeccionamos para el propósito expreso de que active aquellos botones que desencadenan nuestro placer. La pornografía es una segunda tecnología del placer. En este capítulo sugeriré que las artes constituyen una tercera.

Hay otro modo de que el diseño de la mente lleve a cabo actividades fascinantes, pero desde un punto de vista biológico carentes de función. El intelecto se desarrolló para romper las defensas de las cosas en el mundo tanto natural como social. Está constituido por módulos de razonamiento acerca de cómo funcionan los objetos, los artefactos, los seres vivos, los animales y el resto de las mentes humanas (véase **capítulo 5**). En el universo, hay otros problemas aparte de éstos: de dónde viene el universo, cómo la mera carne da origen a mentes sensibles, por qué a la gente buena le suceden cosas malas, qué les sucede a nuestros pensamientos y sentimientos cuando morimos. La mente se plantea estas preguntas, pero puede que no esté dotada para responderlas, aún cuando tenga respuestas. Dado que la mente es un producto de la selección natural, no tendrá una capacidad milagrosa de comulgar con todas las verdades; tendrá una simple capacidad para resolver aquellos problemas que son lo bastante semejantes con los retos que suponía la supervivencia mundana para nuestros antepasados. Por expresarlo a modo de dicho, «si a un niño le das un martillo, el mundo entero se convierte en clavo». Si a una especie se le da una noción elemental de mecánica, biología y psicología, el mundo en su conjunto se convierte en una máquina, una selva y una sociedad. En este sentido, en las páginas que siguen, sugeriré que la religión y la filosofía son en parte una aplicación de instrumentos mentales a unos problemas para cuya solución no fueron diseñados.

Puede que algunos lectores se sorprendan al saber que tras siete capítulos de paciente aplicación de la ingeniería inversa a las principales partes de la mente, concluiré el libro argumentando que algunas de las actividades que consideramos como más profundas son subproductos no adaptativos. Pero tanto un argumento como el otro resultan de un único estándar, a saber, los criterios que definen la adaptación biológica. Por la misma razón que es erróneo describir el lenguaje, la visión estereoscópica y las emociones como accidentes evolutivos —a saber, su diseño universal, complejo, su desarrollo fiable, bien ideado y fomentador de la reproducción—, es erróneo también inventar funciones para actividades que carecen de ese diseño simplemente porque queramos ennoblecerlas con el imprimátur de la adaptatividad biológica. Muchos autores han afirmado que la «función» de las artes consiste en mantener unida a la comunidad, ayudarnos a ver el mundo con nuevos ojos, darnos un sentido de armonía con el cosmos, permitirnos experimentar lo sublime, y así sucesivamente. Todas estas afirmaciones son ciertas, pero ninguna trata de la adaptación en el sentido técnico que ha organizado este libro, es decir, como un mecanismo que produce efectos que habrían incrementado el número de copias de los genes responsables de la construcción de este mecanismo en el entorno en el cual

evolucionamos. Algunos de los aspectos de las artes, en mi opinión, tienen funciones en este sentido, pero la mayoría no.

Artes y entretenimiento

Las artes visuales son un ejemplo perfecto de una tecnología diseñada para abrir las cerraduras que salvaguardan nuestros botones del placer, y presionarlos según una variedad de combinaciones. Recordemos que la visión soluciona el problema irresoluble que supone recuperar una descripción del mundo a partir de su proyección en las retinas haciendo suposiciones acerca de cómo el mundo está montado, de la existencia de un suave sombreado mate, de la existencia de superficies cohesivas y de la inexistencia de alineaciones imposibles. Las ilusiones ópticas —no sólo los hologramas de las cajas de cereales, sino aquellas ilusiones que se sirven de la ventana de Leonardo, como pinturas, fotografías, películas y la televisión— infringen astutamente estos supuestos y emiten modelos de luz que embaucan nuestro sistema visual y le hacen ver escenas que no son. Tal es la primera vuelta de llave para abrir esta cerradura. Los botones del placer son el contenido de las ilusiones. Las fotografías y las pinturas que vemos en la vida cotidiana (insisto, se trata de pensar más bien la «habitación de motel» y no en el «Museo de Arte Moderno») representan plantas, animales, paisajes y personas. En los capítulos anteriores vimos cómo la geometría de la belleza es, desde un punto de vista adaptativo, la señal visible de los objetos valiosos: hábitats seguros, ricos en comida y explorables, así como amistades, parejas y bebés fértiles y sanos^[5].

Menos evidente resulta saber por qué el arte abstracto nos procura placer: los zigzags, cuadraditos, rayas, lunares, líneas paralelas, círculos, rectángulos, estrellas, espirales y manchas de color con las que la gente decora sus posesiones y cuerpos en todo el mundo. No puede deberse a una coincidencia que precisamente esta tipología de motivos haya sido postulada por los investigadores en el campo de la visión como los rasgos del mundo que nuestros analizadores perceptivos descerrajan cuando intentan interpretarlas superficies y objetos que hay en el mundo (véase **capítulo 4**). Las líneas rectas, las paralelas, las curvas suaves y los ángulos rectos son algunas de las propiedades no accidentales que el sistema visual busca, porque son las revelaciones involuntarias de partes del mundo que contienen objetos sólidos y que han sido modelados por el movimiento, la tensión, la gravedad y la cohesión. Un sector del campo visual salpicado de repeticiones, por lo general deriva de una única superficie en el mundo que puede ser el tronco de un árbol, un campo, la cara de una piedra o una masa de agua. Una frontera muy marcada entre dos regiones generalmente resulta de una superficie que obstruye a otra. La simetría bilateral casi siempre deriva de animales, partes de plantas o artefactos humanos^[6].

Otros modelos que encontramos bellos nos ayudan a reconocer objetos a partir de sus formas tridimensionales. Los marcos de referencia se hallan adaptados a formas que oscilan o son alargadas, a formas asimétricas y a formas con bordes paralelos o casi. Una vez ajustadas, las formas son talladas mentalmente en geones (conos, cubos y cilindros) antes de ser equiparadas con la memoria.

Todos estos rasgos geométricos óptimos para el análisis visual, y que acabo de enumerar en estos dos últimos párrafos, son elementos que abundan en las decoraciones visuales. Pero, ¿cómo explicar la coincidencia? ¿Por qué el material de base óptimo para el procesamiento visual de lo hermoso resulta agradable a la vista?

Ante todo, parece que obtenemos placer al mirar versiones purificadas y concentradas de los modelos geométricos que en forma atenuada, cuando nos orientamos hacia entornos informativos y afinamos nuestra visión para hacernos una clara imagen de ellos, nos dan semillas de microsatisfacción. Pensemos en la molestia que sentimos cuando una película está desenfocada y el sosiego que experimentamos cuando el encargado de la proyección se despierta y enfoca las lentes. La imagen difusa se asemeja a nuestra imagen retínica cuando no hemos ajustado de forma adecuada las lentes de los ojos. La insatisfacción nos impulsa a acomodarnos; la satisfacción nos dice, en cambio, cuándo hemos tenido éxito. Imágenes brillantes, vivas, saturadas, contrastadas, tanto si provienen de un televisor digital como de una pintura llena de colorido, pueden exagerar la activación del placer que obtenemos cuando hemos ajustado adecuadamente los ojos.

Además, resulta frustrante e incluso aterrador mirar una escena en malas condiciones visuales —lejos, de noche, o a través de la niebla, el agua o el follaje— y ser incapaz de adivinar qué es, no saber, si ese algo es un hoyo o una protuberancia o si una superficie termina y otra empieza. Un lienzo que se halla pulcramente dividido en figuras sólidas y fondos continuos puede que acentúe la reducción de ansiedad que experimentamos cuando descubrimos condiciones de visualización que resuelven el campo visual en una serie de superficies y objetos no ambiguos.

Por último, encontramos algunas partes del mundo llamativas y otras monótonas en la medida en que contengan información sobre objetos y fuerzas improbables o sean ricos en información e importantes. Imagínese el lector que vacía la escena que tiene delante y que la pulpa va siendo colocada en una gigantesca licuadora regulada para LICUAR y, luego, se vuelve a verter en ella lo licuado. La escena ya no contiene ningún objeto de interés. Toda la comida, los depredadores, los lugares de cobijo, los escondrijos, los puntos panorámicos de observación, las herramientas y los materiales en bruto han sido reducidos a una especie de lodo. Además, ¿qué aspecto tiene? No cuenta ya con líneas, formas, no hay simetría y no hay repetición. Es marrón, el mismo color que obteníamos de niños cuando mezclábamos todas las pinturas. Nada hay que merezca ser mirado, porque nada hay. El experimento imaginario demuestra que lo soso proviene de un entorno que nada tiene que ofrecer, y lo opuesto a lo monótono, el dinamismo visual proviene de un entorno que contiene objetos a los que

vale la pena prestar atención. Por tanto, estamos diseñados para que las escenas sombrías e indiferenciadas nos dejen insatisfechos y para sentirnos atraídos por aquellas que tienen coloridos vistosos y presentan motivos. Presionamos ese botón del placer con vividos colores y motivos artificiales.



La música es un misterio. En *Mucho ruido y pocas nueces*, Benedick pregunta: «¿No resulta extraño que los intestinos de la oveja arrebatan las almas de los cuerpos de los hombres?». En todas las culturas, determinados sonidos rítmicos dan a quienes los escuchan un placer intenso y emociones sentidas. ¿Qué beneficio hay en dedicar tiempo y energía a la elaboración de ruidos breves y ligeros o sentirse triste cuando nadie, en realidad, ha muerto? Hasta la fecha se han hecho muchas sugerencias —la música une al grupo social, coordina la acción, intensifica el ritual, libera tensiones—, pero pasan de largo por el misterio sin explicarlo. ¿Por qué los sonidos rítmicos unen al grupo, disipan la tensión, etcétera? En lo que respecta a las causas y los efectos biológicos, la música es inútil. No muestra la presencia de signos que indiquen que está diseñada para alcanzar un objetivo, como sería la longevidad, tener nietos o una percepción y predicción exactas del mundo. Comparada con el lenguaje, la visión, el razonamiento social y el saber técnico de carácter físico, la música podría desaparecer de nuestra especie y el resto de nuestro estilo de vida quedaría prácticamente intacto. La música parece ser una pura tecnología del placer, un cóctel de drogas de entretenimiento que ingerimos a través del oído para estimular una masa de circuitos del placer al mismo tiempo^[7].

«La música es el lenguaje universal», afirma un tópico, aunque es equívoco. Cualquiera que haya vivido en la época en que la gente se chiflaba por la música raga hindú, después de que George Harrison la popularizara en la década de 1960, sabe que los estilos musicales varían de una cultura a otra y que a la gente le gusta más el idioma en que se han educado. (Durante el concierto para Bangladesh, el público mortificó a Harrison al aplaudir a Ravi Shankar cuando éste simplemente afinaba su sitar). La sofisticación musical también varía según los pueblos, las culturas y los períodos históricos en modos que el lenguaje no lo hace. Todos los niños que son, desde un punto de vista neurológico, normales, hablan y comprenden de forma espontánea el lenguaje complejo, y la complejidad de los idiomas hablados varía poco en las culturas y los períodos. En cambio, si bien todos disfrutan escuchando música, muchas personas no pueden seguir el tono, menos aún tocar un instrumento, y los que pueden necesitan una formación explícita así como una dilatada práctica. Los idiomas musicales varían grandemente en complejidad de una época a otra, así como en las culturas y las subculturas. Además, la música no comunica nada más que una emoción sin forma. Incluso una trama tan simple como «chico conoce chica, chico pierde chica», no puede ser narrada mediante una secuencia de tonos en ningún

idioma musical. Todo esto sugiere que la música es bastante diferente del lenguaje y que es una tecnología, no una adaptación.

Con todo, existen varios paralelismos. Tal como veremos, la música posiblemente pide prestado algo del software mental al lenguaje. Y al igual que los lenguajes del mundo se ajustan a una Gramática Universal abstracta, los idiomas musicales del mundo se ajustan a una Gramática Musical Universal abstracta. El primero en sacar a colación esta idea fue Leonard Bernstein en *The Unanswered Question*, obra que es un apasionado intento por aplicar las ideas de Noam Chomsky a la música. La teoría más rica de la gramática musical universal ha sido la elaborada por Ray Jackendoff en colaboración con el teórico de la música Fred Lerdahl, en la cual se han incorporado ideas de muchos otros musicólogos anteriores, y muy en especial de Heinrich Schenker. Según esta teoría, la música es construida a partir de un inventario de notas y un conjunto de reglas. Las reglas ensamblan notas en una secuencia y las organizan en tres estructuras jerárquicas, todas superpuestas a la misma serie de notas. Comprender una pieza musical significa, ensamblar estas estructuras mentales a medida que escuchamos la pieza^[8].

Los materiales de construcción básicos de un idioma musical son su inventario de notas, es decir, más o menos, los diferentes sonidos que un instrumento músico está preparado para emitir. Las notas son interpretadas y oídas como sucesos discretos que tienen principios y finales, así como un tono o colorido al que apuntan. Esto coloca a la música aparte de la mayoría de los demás flujos de sonidos, que continuamente se deslizan en sentido ascendente y descendente como, por ejemplo, el sonido que produce el viento al soplar, el rugir de un motor o la entonación del habla. Las notas se diferencian en función de lo estable que resultan para quien las escucha. Algunas dan una sensación de finalidad o asentamiento, y son colofones adecuados para una composición. Otras, en cambio, se perciben como inestables y, al ser interpretadas, el oyente siente una tensión que se resuelve cuando la pieza regresa a una nota más estable. En algunos idiomas musicales, las notas son golpes de percusión con diferentes timbres (colorido o calidad). En otros, en cambio, las notas son tonos ordenados desde altos hasta bajos, sin estar colocadas a intervalos precisos. Con todo, en muchos idiomas las notas son tonos de una tonalidad fija como «do, re, mi, fa...» en el nuestro. La importancia musical de un tono no puede definirse en términos absolutos, sino sólo por medio del intervalo entre él y un tono de referencia, por lo general, el más estable en el conjunto disponible.

El sentido humano de la tonalidad está determinado por la frecuencia de la vibración del sonido. En la mayoría de las formas de música tonal, las notas en el inventario están relacionadas de modo directo con las frecuencias de vibración. Cuando un objeto es colocado en una vibración sustancial (cuando, por ejemplo, una cuerda es punteada, cuando se percute un objeto hueco o cuando reverbera una columna de aire), el objeto vibra en varias frecuencias al mismo tiempo. La frecuencia más baja y, a menudo, también la más sonora —la fundamental—

determina generalmente el tono que escuchamos, pero el objeto también vibra a dos veces la frecuencia fundamental (aunque normalmente de forma no tan intensa), a tres veces esa misma frecuencia (incluso menos intensamente) a cuatro veces (aún menos intensa) y así sucesivamente. Estas vibraciones reciben el nombre de armónicos y no son percibidos como tonos distintos del fundamental, pero cuando se escuchan todos juntos dan a una nota toda su riqueza o timbre.

Pero imaginemos ahora que pasamos a desmontar un tono complejo e interpretamos cada uno de sus armónicos por separado y al mismo volumen. Pongamos por caso que la frecuencia fundamental sea 64 vibraciones por segundo, el segundo do por debajo del do central en el piano. El primer armónico es una vibración de 128 ciclos por segundo, dos veces la frecuencia fundamental. Interpretado solo, suena más alto que la frecuencia fundamental aunque con el mismo tono; en el piano, corresponde al siguiente do en la escala ascendente del teclado, el do por debajo del do central. El intervalo entre las dos notas se denomina octava, y todos los seres humanos —en realidad, todos los mamíferos— perciben tonos separados por una octava como si tuvieran la misma cualidad tonal. El segundo armónico vibra a tres veces la frecuencia fundamental, es decir, 192 veces por segundo, y corresponde al sol por debajo del do central; el intervalo entre los tonos se denomina la quinta perfecta. El tercer armónico, que vibra a cuatro veces la frecuencia fundamental (256 vibraciones por segundo), está a dos octavas por encima del do central. El cuarto armónico, a cinco veces la frecuencia fundamental (320 vibraciones por segundo), es el mi por encima del do central, separado de esta nota por un intervalo denominado tercera mayor.

Estos tres intervalos tonales constituyen el corazón del inventario tonal de la música occidental y de muchos otros idiomas musicales. La nota más estable y baja, el do en el ejemplo que hemos propuesto, se denomina tónica, y la mayoría de las melodías tienden a retornar a ella y concluir en esta nota, dejando en el oyente un sentido de reposo. La quinta perfecta o la nota sol se conoce como dominante, y las melodías tienden a desplazarse hacia esta nota y hacer una pausa una vez la han alcanzado durante los puntos intermedios de la melodía. La tercera mayor o mi, en muchos casos (pero no en todos) deja en quien la escucha una sensación de brillantez agradable o de alegría. Por ejemplo, la obertura del «Rock Around the Clock» de Bill Haley empieza con la tónica («One o'clock, two o'clock, three o'clock, rock») avanza hacia la tercera mayor («Four o'clock, five o'clock, six o'clock, rock»), va a la dominante («Seven o'clock, eight o'clock, nine o'clock, rock»), y se queda ahí durante varios compases antes de acometer las estrofas principales, cada una de las cuales termina a su vez en la tónica.

Los inventarios más complicados de tonos se llenan añadiendo notas a la tónica y a la dominante, a menudo correspondiendo en el tono a armónicos más y más altos (y, más y más tenues) de una vibración compleja. El séptimo armónico de la nota que usamos como referencia (448 vibraciones por segundo) se aproxima al la medio

(pero, por razones complicadas de explicar, no es exactamente esta nota). El noveno armónico (576 vibraciones por segundo) es el re en la octava por encima del do medio. Si ponemos los cinco tonos juntos en la misma octava tendremos la escala de cinco tonos o pentatónica, común en los sistemas musicales de todo el mundo^[*]. (Cuando menos se trata de una explicación popular del origen de las escalas musicales, aunque no todo el mundo está de acuerdo). Si añadimos los tonos de los dos armónicos siguientes distintos (fa y si), se obtiene la escala de siete tonos o diatónica que constituye el núcleo de la música occidental, desde Mozart y las canciones populares hasta el rock, el punk y la música de jazz. Añadiendo armónicos adicionales se obtiene la escala cromática, es decir, la de las teclas blancas y negras de un piano. Incluso el esotérico arte de la música del siglo xx, incomprendible para todo aquel que no sea un iniciado, tiende a ceñirse a las notas de la escala cromática en lugar de utilizar acumulaciones arbitrarias de frecuencias. Añadidas a la sensación de que las notas «quieren» regresar a la tónica (do), hay otras tensiones entre las notas. Por ejemplo, en muchos contextos musicales el si quiere ascender a do, el fa quiere ser llevado a un mi, y un la quiere ir al sol^[9].

Los inventarios de tonos puede que contengan también notas que añaden una coloración emocional. En la escala en do mayor, si un mi disminuye su tonalidad en medio tono a un mi bemol, formando un intervalo en relación con el do denominado tercera menor, entonces, en comparación con su doble mayor, tiende a evocar un sentimiento de tristeza, dolor o pathos. La séptima menor es otra «nota triste», que evoca una amable melancolía o pesar. Otros intervalos emiten sentimientos que se han descrito como estoico, anhelo, necesidad, solemnidad, disonante, triunfante, horror, imperfecto y determinado. Estas sensaciones son evocadas cuando las notas se interpretan en una sucesión, como parte de una melodía, y cuando son interpretadas de forma simultánea, como parte de una armonía, o acorde. Las connotaciones musicales de los intervalos musicales no son exactamente universales, porque es preciso estar familiarizado con un idioma musical para experimentarlas, pero no son tampoco arbitrarias. Niños tan pequeños como los que sólo tienen cuatro meses prefieren música con intervalos consonantes, tales como una tercera mayor, a la música con intervalos disonantes, como una segunda menor. Y para aprender la coloración emocional más compleja de la música, nadie tiene que ser condicionado al modo pavloviano, es decir, por ejemplo, escuchando intervalos emparejados con líricas alegres o melancólicas, o escucharlos mientras se tiene un estado de ánimo alegre o melancólico. Basta con escuchar las melodías en un idioma particular a lo largo del tiempo, absorbiendo las pautas y los contrastes entre los intervalos, y las connotaciones emocionales se desarrollan de forma automática^[10].

Tales son los tonos; ¿cómo se ensartan en melodías? Jackendoff y Lerdahl han mostrado de qué modo las melodías están formadas por secuencias de tonos que se organizan de tres modos distintos, todos al mismo tiempo. Cada modelo de

organización queda captado en una representación mental. Tomemos, por ejemplo, el principio de «This Land Is Your Land» de Woody Guthrie:^[*]



La segunda representación es una estructura métrica, la secuencia que se repite formada por los tiempos fuertes y débiles que contamos como «UNO-dos-TRES-cuatro, UNO-dos-TRES-cuatro». La pauta o modelo se resume en la notación musical como la armadura de tiempo, como 4/4, y las principales fronteras de la propia estructura quedan demarcadas por las líneas verticales que separan la música en barras de compás. Cada barra de compás contiene cuatro tiempos, asignados entre las diferentes notas, con el primer tiempo llevando el acento más marcado, el tercero un énfasis intermedio, y el segundo y el cuarto permanecen débiles. La estructura métrica en este ejemplo queda ilustrada por las columnas de puntos situados bajo las notas. Cuantos más puntos tiene una columna, más fuerte es el énfasis que se pone en esa nota.

La tercera representación es una estructura reductiva que disecciona la melodía en las partes esenciales y ornamentaciones. Las ornamentaciones son quitadas y las partes esenciales vuelven a ser diseccionadas entre partes aún *más* esenciales y nuevas ornamentaciones aplicadas en aquéllas. La reducción se prosigue hasta que la melodía se reduce a un esqueleto desnudo de unas pocas notas prominentes. En la imagen bajo estas líneas, «This Land» es reducida primero a semitonos, luego a cuatro tonos enteros, luego a sólo dos tonos enteros.



El conjunto del pasaje es básicamente un modo divertido de ir desde un do hasta un si. Escuchamos la estructura reduccional de una melodía en los acordes de la línea rítmica para guitarra. También la escuchamos cuando la orquesta acompaña a un bailarín de claqué que interpreta una de las estrofas mientras está parado, y toca una

única nota en lugar de una línea entera de música de modo que el claqueteo es más audible. Y, además, la reconocemos también cuando identificamos las variaciones de una pieza en música clásica o jazz. El esqueleto de la melodía se conserva mientras que las ornamentaciones difieren de una variación a otra.

Jackendoff y Lerdahl proponen que, en realidad, hay dos modos de que las melodías sean diseccionadas en esqueletos cada vez más simples. Hasta ahora he mostrado el primero, la reducción de la duración temporal que se alinea con el agrupamiento y las estructuras métricas y designa algunos de los grupos y tiempos como ornamentaciones de otros. Jackendoff y Lerdahl denominan al segundo una reducción de prolongación. Esta segunda reducción capta el sentido del flujo musical a través de las frases, el aumento y la liberación de la tensión en el seno de pasajes cada vez más largos en el transcurso de la pieza, culminando en un sentimiento de máximo reposo al final. La tensión aumenta a medida que la melodía inicia su andadura desde las notas más estables hacia las menos estables, y se descarga cuando la melodía regresa a las notas estables. Los contornos de tensión y liberación se definen así mismo por los cambios de acordes disonantes en acordes consonantes, de notas no acentuadas en notas acentuadas, desde las notas más altas hacia las notas más bajas y desde las notas prolongadas hacia las notas no prolongadas.

El musicólogo Deryck Cooke elaboró una teoría de la semántica emocional de la reducción de prolongación^[11]. En ella demostraba cómo la música transmite tensión y resolución por medio de transiciones a través de intervalos inestables y estables, y transmite alegría o pesar mediante transiciones a través de intervalos mayores y menores. Los motivos simples consistentes en sólo cuatro o cinco notas, afirmaba, transmiten sentimientos como «alegría inocente y bendita», «horror demoníaco», «nostalgia continua agradable» y «un brote de angustia». Los fragmentos más largos y los pasajes con motivos dentro de otros motivos, pueden transmitir pautas intrincadas de sentimiento. Un pasaje, tal como lo analiza Cooke, expresa «el sentimiento de un arrebatado apasionado de emoción dolorosa, que no se prolongará en lamento, sino que se deshará en aceptación, un flujo y reflujo de pesar. Al no ser lamento completo ni completa resignación, tiene un efecto de desasosegado pesar»^[12]. Cooke apoya sus análisis con listas de ejemplos que tienen una interpretación consensuada, muchos con letras que ofrecen una corroboración adicional. Algunos musicólogos se mofan abiertamente de teorías como la de Cooke, dedicándose a encontrar contraejemplos para cada afirmación hecha. Pero el repertorio de excepciones suelen provenir de la música clásica culta, que utiliza líneas interpaginadas, engastadas unas en otras y ambiguas que desafían las expectativas simples e involucran a un oyente sofisticado. Los análisis particulares de Cooke pueden ser debatibles, pero su principal idea, a saber, que existen relaciones valiosas entre los modelos de intervalos y los modelos de emoción, se halla en el camino acertado.



Hasta aquí, el diseño básico de la música. Pero si la música no confiere ninguna ventaja de cara a la supervivencia, ¿de dónde proviene y por qué funciona? Sospecho que la música es como un exquisito dulce preparado para deleitar los puntos sensibles de por lo menos seis de nuestras, facultades mentales. Una pieza normal y corriente las deleita todas a la vez, pero podemos ver los ingredientes en diversos tipos de algo que no es estrictamente música y deja fuera a una o más de ellas.

1. El lenguaje. Podemos poner letra a la música y la cara adopta una mueca de dolor cuando una floja cantante lírica parangona una sílaba acentuada con una nota átona o al revés. Este hecho sugiere que la música toma prestada parte de su maquinaria mental al lenguaje, en especial, a la prosodia, los contornos del sonido que duran muchas sílabas. La estructura métrica de los tiempos fuertes y débiles, el contorno de entonación de un tono ascendente y descendente, y el agrupamiento jerárquico de las frases dentro de frases, todo ello funciona de forma similar en el lenguaje y la música. El paralelismo puede que explique el sentimiento visceral que una pieza musical transmite como mensaje complejo, que afirma al introducir temas y comentarios sobre ellos, y que hace hincapié en ciertas porciones y susurra otras como apartes. La música ha sido denominada «el habla superior», y puede degradarse literalmente en habla. Algunos cantantes, simplemente, se ponen a «hablar entonando» rápidamente en lugar de llevar una melodía, como ejemplo baste citar Bob Dylan, Lou Reed y Rex Harrison en *My Fair Lady...*, sonando todos ellos a medio camino entre animados rapsodas y cantantes sin oído musical. La música rap, la de los predicadores y la poesía son otras tantas formas intermedias^[13].

2. El análisis de la escena auditiva. Al igual que el ojo recibe un mosaico confuso de manchas y tiene que segregarse superficies a partir de sus telones de fondo, el oído recibe una cacofonía confusa de frecuencias y tiene que segregarse las corrientes de sonido que provienen de diferentes fuentes: el solista en una orquesta, una voz en una habitación bulliciosa, el reclamo de un animal en una selva llena de otras señales acústicas, el rumor que el viento produce en las hojas al soplar. La percepción auditiva es inversa a la acústica: el input es una onda de sonido, el output una especificación del productor de sonido en el mundo que lo ha originado. El psicólogo Albert Bregman ha elaborado los principios del análisis de la escena auditiva y ha demostrado de qué modo el cerebro enhebra las notas de una melodía como si fuera una corriente de sonido que proviene de una única fuente^[14].

Uno de los ardides del cerebro, cuando identifica los productores de sonido en el mundo, consiste en prestar atención a las relaciones armónicas. El oído interno disecciona un estruendo en las frecuencias que lo componen, y el cerebro vuelve a pegar algunos de los componentes unos con otros y los percibe como un tono complejo. Los componentes que presentan relaciones armónicas —un componente en una frecuencia, otro componente a dos veces esa frecuencia, un tercer componente a

tres veces esa misma frecuencia, y así sucesivamente— se agrupan entre sí y son percibidos como un único tono y no como tonos distintos. Presumiblemente el cerebro los pega unos a otros para hacer que nuestra percepción del sonido refleje la realidad, es decir, el cerebro adivinaría que sonidos simultáneos en relaciones armónicas son probablemente armónicos de un único sonido que proviene de un productor de sonido en el mundo. Se trata de una buena conjetura, porque muchos resonadores, como las cuerdas punteadas, la percusión de cuerpos huecos y los reclamos que hacen los animales, emiten sonidos compuestos de muchos armónicos armonizados.

¿Qué tiene esto que ver con la melodía? A veces se dice de las melodías tonales que son «armónicos señalizados». Construir una melodía es como cortar un sonido armonizado complejo en sus armónicos y disponerlos unos tras otros en un orden particular. Tal vez las melodías deleitan el oído por la misma razón que los garabatos simétricos, regulares, paralelos complacen al ojo. Acentúan la experiencia de estar en un entorno que contiene señales fuertes, claras y analizables provenientes de objetos interesantes y potentes^[15]. Un entorno visual que no puede percibirse claramente, o que está compuesto por sedimentos homogéneos, se asemeja a un océano indistinto de color marrón o gris. Un entorno auditivo que no se escuche de forma clara, o que esté compuesto por ruidos homogéneos, suena como si se tratara de un flujo de ruidos parasitarios de una sintonía radiofónica. En cambio, cuando escuchamos tonos armónicamente relacionados, nuestro sistema auditivo se complace de haber logrado tallar el mundo auditivo en partes que pertenecen a objetos importantes y existentes en el mundo, a saber, fuentes de sonido resonantes como son los seres humanos, los animales y los objetos huecos.

Si continuáramos esta línea de razonamiento, observaríamos que las notas más estables de la escala corresponden a armónicos más bajos y típicamente más sonoros que emanan de un único productor de sonido y que pueden agruparse de forma fiable con la frecuencia fundamental del productor de sonido, la nota de referencia. Las notas menos estables, en cambio, corresponderían a los armónicos más altos y característicamente más débiles, y aunque puede que provinieran del mismo productor de sonido como la nota de referencia, la asignación sería menos segura. De forma similar, las notas separadas por un intervalo mayor son seguramente originadas por un único emisor de resonancia, pero las que están separadas por un intervalo menor, podrían ser armónicos muy altos (y, por tanto, débiles e inciertos) o podrían provenir de un productor de sonido con una forma complicada y un material que no emiten un tono claro o podría ser que, en absoluto, provinieran de un único emisor. Tal vez la ambigüedad de la fuente de un intervalo menor da al sistema auditivo una sensación de inquietud que se traduce en tristeza en algún lugar del cerebro^[16]. Las melodías que produce el viento, las campanadas de la iglesia, los silbidos del tren, los bocinazos de los coches y las sirenas evocan una respuesta emocional con sólo dos notas armónicamente relacionadas. Recuérdese que unos pocos saltos entre los tonos

constituyen el corazón de una melodía: todo el resto es una capa tras otra de ornamentación.

3. Reclamos emocionales. Darwin señaló que los cantos de muchas aves y los reclamos de muchos primates están compuestos por notas discretas en relaciones armónicas. Especuló que evolucionaron porque eran fáciles de reproducir una vez tras otra. (Si hubiera vivido un siglo después, habría dicho que las representaciones digitales son más repetibles que las analógicas). Con ello sugería, de una forma que no resulta demasiado plausible, que la música se desarrolló a partir de los reclamos de apareamiento que emitían nuestros antepasados. Con todo, esta sugerencia puede llegar a tener sentido si se amplía e incluye todos los reclamos emocionales. Las exclamaciones de gemido, de lloriqueo, de grito, de llanto, de lamento, de gruñido, de arrullo, de risa, de queja, de aullido, de aclamación y otras muchas más tienen armaduras acústicas. Tal vez las melodías evocan emociones fuertes porque sus esqueletos se asemejan a plantillas digitalizadas de los reclamos emocionales de nuestra especie. Cuando, por ejemplo, intentamos expresar en palabras pasajes de música, nos servimos de los reclamos emocionales como si fuesen metáforas. Los intérpretes de música soul mezclan su canto con exclamaciones —refunfuñan, gritan, se lamentan y gimen— y los cantantes de canciones sentimentales o de música country se sirven de distintas señales emocionales. Producir una emoción artificial es una meta común al arte y al entretenimiento, y en la sección siguiente daremos cumplida cuenta de las razones por las que es así^[17].

4. Selección de hábitat. Prestamos atención a rasgos del mundo visual que indican seguridad, inseguridad o hábitats cambiantes, como son vistas panorámicas, verdor, agrupamiento de nubes y puestas de sol (véase **capítulo 6**). Tal vez, así mismo, prestamos atención a rasgos del mundo auditivo que indican hábitats seguros, inseguros o cambiantes^[18]. El trueno, el viento, el agua embravecida, el cantar de las aves, los gruñidos, las pisadas, los latidos del corazón y el crujir de las ramitas son sonidos que tienen todos ellos efectos emocionales, presumiblemente porque son emitidos por sucesos a los que vale la pena prestar atención. Tal vez algunas de las figuras y ritmos de los que se despoja al corazón de una melodía sean plantillas simplificadas de evocativos sonidos medioambientales. En el dispositivo que produce la imagen tonal, los compositores intentan evocar en una melodía, de forma intencional, sonidos medioambientales como el trueno o el canto de un ave.

Tal vez un ejemplo puro del tirón emocional que ejerce la música sean las bandas sonoras cinematográficas. Muchos filmes y espectáculos televisivos orquestan literalmente las emociones de los espectadores desde el principio hasta el final, con arreglos casi musicales. Aunque no tienen ritmo, melodía o agrupamiento reales, pueden hacer pasar al espectador de la película de un sentimiento a otro: el clímax generado por las escalas ascendentes de piano en el cine mudo, el lúgubre conjunto de cuerda en las escenas sentimentaloides de las viejas películas en blanco y negro (dicho sea de paso, origen del sarcástico gesto de tocar el violín con el que se quiere

significar que nos están intentando manipular suscitando nuestra simpatía), el siniestro motivo a base dos notas de Tiburón, la furiosa cacofonía que acompaña las luchas y las escenas de persecución. De todas formas, no queda claro si esta pseudomúsica destila los contornos de los sonidos medioambientales, del habla, de las exclamaciones emocionales, o bien una combinación de todo ello, pero lo cierto es que resulta innegablemente efectiva^[19].

5. Control motor. El ritmo es el componente universal de la música y, en muchos idiomas musicales, es el componente primario, si no el único. Al compás de la música bailamos, nos meneamos, nos balanceamos, brincamos, aplaudimos y chasqueamos los dedos, lo cual es una prueba contundente de que la música establece una conexión con el sistema de control motor. Las acciones repetitivas como caminar, correr, cortar, rascarse y cavar tienen un ritmo óptimo (por lo general un modelo óptimo de ritmos dentro de ritmos), que se halla determinado por las impedancias del cuerpo y de los utensilios o superficies sobre las que se trabaja. Un buen ejemplo es cuando columpiamos a un niño. Una pauta rítmica constante es un modo óptimo de sincronizar estos movimientos y nos proporciona un moderado placer ser capaces de seguirlo, capacidad que los atletas denominan estar en forma o sentir el movimiento. La música y la danza puede que sea una dosis concentrada de este estímulo que produce placer. El control muscular abarca también secuencias de tensión y relajación (por ejemplo, al saltar o al golpear), las acciones llevadas a cabo con urgencia, entusiasmo o lasitud y posturas corporales erguidas o decaídas que reflejan confianza, sumisión o depresión. Varios teóricos de la música de orientación psicologista, entre los cuales se cuentan Jackendoff, Manfred Clynes y David Epstein, piensan que la música recrea los componentes motivacionales y emocionales del movimiento.

6. Algo más. Algo que explica de qué modo el todo es más que la suma de las partes. Algo que explica la razón por la cual ver una diapositiva que se enfoca y desenfoca o arrastrar un baúl hasta lo alto de unas escaleras no indica la existencia del alma en el cuerpo humano. ¿Se trata tal vez de una resonancia en el cerebro entre neuronas que se activan sincrónicamente con una onda sonora y una oscilación natural en los circuitos emocionales? ¿Un inusitado homólogo en el hemisferio derecho, tal vez, de las áreas del habla en el izquierdo? ¿Cierta tipo de tímpano o espacio de deslizamiento o cortocircuito o emparejamiento que se produce como un accidente en el modo en que los circuitos auditivos, emocionales, del lenguaje y motores se hallan dispuestos en el cerebro?

Este análisis de la música es especulativo, pero complementa bien los debates acerca de las facultades mentales que se han desarrollado en los otros capítulos de este libro. Los escogí como temas porque muestran tener los signos más preclaros de ser adaptaciones, y si escogí la música, fue porque demuestra tener los signos más claros de que no se trata de ninguna adaptación.



«El hecho es que me siento bastante feliz al ver una película, incluso si es mala. Otras personas, en cambio, según he leído atesoran, momentos memorables en sus vidas». Como mínimo el narrador de la novela *El cinéfilo* de Walker Percy reconoce la diferencia. Las emisoras de televisión reciben cartas de los espectadores de comedias de enredo con amenazas de muerte para los personajes de los malos, consejos para los que han sido abandonados en el amor y regalitos para los bebés. De los aficionados al cine mexicanos se sabe que disparan contra la pantalla. Los actores se quejan de que sus seguidores les confunden con los papeles que interpretan; Leonard Nimoy escribió unas memorias con el título *No soy Spock*; finalmente se rindió y escribió otro libro titulado *Soy Spock*. En la prensa aparecen noticias como éstas de forma regular, en general, insinuando que la gente hoy en día se ha embobado y no sabe distinguir la fantasía de la realidad. Sospecho que no es que la gente viva, en el sentido literal del término, engañada, pero llegan a extremos que intensifican el placer que todos tenemos cuando nos quedamos absortos en la ficción. ¿De dónde proviene este motivo, presente por lo demás en todos los seres humanos?

Horacio escribió que el propósito de la literatura es «deleitar e instruir», una función de la que se hizo eco siglos más tarde John Dryden cuando definió una obra como «una imagen justa y viva de la naturaleza humana, que representa sus pasiones y estados de ánimo, así como los cambios de fortuna a los que se halla sujeta; para deleite e instrucción de la humanidad». Resulta práctico distinguir entre deleite, tal vez un producto de una tecnología inútil para presionar nuestros botones del placer, y la instrucción, tal vez un producto de una adaptación cognitiva^[20].

La tecnología de la ficción expresa una simulación de la vida en la cual participa un público desde la comodidad de su cueva, sofá o butaca del cine. Las palabras evocan imágenes mentales, que activan las partes del cerebro que registran el mundo cuando realmente lo percibimos. Otras tecnologías infringen los supuestos de nuestro aparato perceptivo y nos embaucan con ilusiones que, en parte, duplican la experiencia de ver y oír sucesos reales. Estas tecnologías incluyen disfraces, maquillajes y caracterizaciones, escenarios, efectos especiales y de sonido, cinematografía y animación. Tal vez en un futuro no muy lejano añadiremos la realidad virtual a esta lista, y en un futuro algo más distante las sensaciones del soma descritas por Aldous Huxley en *Un mundo feliz*.

Cuando las ilusiones funcionan, la pregunta «¿Por qué disfrutamos de la ficción?» no encierra ningún misterio, ya que es idéntica a la pregunta «¿por qué disfrutamos de la vida?». Cuando quedamos absortos en la lectura de un libro o entramos en una película, llegamos a ver paisajes que cortan la respiración, nos codeamos con gente importante, nos enamoramos de hombres y mujeres encantadores, protegemos a los seres queridos, alcanzamos metas imposibles y derrotamos a perversos enemigos. ¡No está nada mal por el precio que vale una entrada o un libro!^[21]

Cierto es que no todos los relatos tienen finales felices. ¿Por qué pagar una entrada que cuesta lo suyo si presenta una simulación de la vida que nos hace sentir

desgraciados? A veces, como sucede en las películas de arte y ensayo, se trata de ganar prestigio social ejerciendo el machismo cultural, es decir, sufrir un vapuleo emocional para diferenciarnos de los burdos ignorantes que, en realidad, van a ver películas para disfrutar sólo de sí mismos. A veces, el precio lo pagamos para satisfacer dos deseos incompatibles: historias con finales felices e historias con finales impredecibles, que preservan la ilusión de un mundo real. Tienen que existir algunas historias en las que el asesino liquide a la heroína en el sótano o nunca sentiríamos el suspense y el alivio en aquellas historias en las cuales logra escapar. El economista Steven Landsburg observaba que los finales felices predominan cuando ningún director está dispuesto a sacrificar la popularidad de su película por el mayor bien que supondría un mayor suspense en las películas en general^[22].

Pero, entonces, ¿cómo explicar la existencia de obras sentimentaloides que están dirigidas a un mercado de espectadores que disfrutan cuando se les engaña y se les hace sentir pena? El psicólogo Paul Rozin añade a las obras sentimentaloides otros ejemplos de masoquismo como son fumar, patinar, comer pimientos picantes o hacer sauna. El masoquismo benigno, recuerda Rozin, es como el impulso que hace expulsar el techo de la cabina en la prueba que Tom Wolfe hace pasar a los pilotos de aviación: amplía la gama de opciones de vida al poner a prueba, con pequeños incrementos, cuál es el límite que les separa del desastre sin caer de forma irreparable en él. Cierto es que la teoría sería huera si ofreciera una explicación lisa y fácil de todo acto inexplicable y, además, sería falsa si predijera que los seres humanos pagarán por sentarse en un asiento que esté tachonado de alfileres. Pero la idea es más sutil. Los masoquistas benignos tienen que confiar en que no padecerán ningún daño grave. Tienen que acelerar el desarrollo del daño o el miedo según unos incrementos medidos. Además, deben tener la oportunidad de controlar y mitigar el daño. La tecnología de las obras sentimentaloides parece adecuarse a este proceder. Los espectadores saben que, cuando salgan de la sala, volverán a ver a sus seres queridos sin que nada les haya sucedido. La heroína puede ser vencida por una enfermedad progresiva y no por un infarto o un trozo de salchicha que se le haya quedado atragantada en la garganta, en consecuencia podemos preparar nuestras emociones para la tragedia. Sólo tenemos que aceptar la premisa abstracta de que la heroína morirá y se nos exime de presenciarlos detalles desagradables. (Greta Garbo, Ali MacGraw y DebraWinger seguían pareciendo encantadoras cuando desaparecían a causa de la tisis o el cáncer). Y el espectador tiene que identificarse con el pariente más próximo, hacer hincapié en su lucha por salir adelante y sentir confianza en que la vida continuará. Las obras sentimentaloides simulan un triunfo sobre la tragedia^[23].

Incluso el hecho de seguir las extravagancias de estos personajes corrientes pero virtuales mientras viven su vida presiona un botón de placer, aquel que identificamos como «chismorreos». Chismorrear es uno de los pasatiempos favoritos en todas las sociedades humanas porque saber es poder. Saber quién necesita un favor y quién se

halla en posición de ofrecerlo, quién tiene palabra y quién miente, con quién se puede (o se podrá) contar y quién está bajo la protección de un esposo o esposa celosos o una familia, todo ello da unas ventajas estratégicas evidentes en los juegos de la vida. Es algo especialmente cierto cuando la información no es ampliamente conocida y uno puede ser el primero en sacar partido de una oportunidad, lo cual hace del cotilleo el equivalente social del tráfico de influencias. En aquellas pequeñas bandas de cazadores-recolectores en las cuales evolucionó nuestra mente, todo el mundo se conocía, por tanto, todo rumor o cotilleo resultaba útil. Hoy en día, cuando entramos en el interior de las vidas privadas de personajes de ficción, nos entregamos a ese mismo murmullo^[24].

Pero la literatura no sólo deleita, sino que instruye. El especialista en informática Jerry Hobbs ha llevado a cabo la ingeniería inversa de la narrativa de ficción en un ensayo que tentativamente ha titulado «¿Los robots llegarán a tener literatura?». Las novelas, concluía finalmente, funcionan como experimentos. El autor coloca a un personaje ficticio en una situación hipotética en un mundo por lo demás real donde los hechos comunes y corrientes, así como las leyes habituales se cumplen, y permite al lector explorar las consecuencias. Podemos imaginar, que en Dublín vivía una persona llamada Leopold Bloom con la personalidad, la familia y la ocupación que James Joyce le atribuyó, pero, protestaríamos si leyéramos de repente que el desfile no es en honor del rey Eduardo sino de la reina Eduardina. Incluso en la ciencia ficción, donde en ciertos momentos se nos pide que suspendamos nuestra fe en unas pocas leyes de la física, cuando, por ejemplo, se trata de enviar a los protagonistas hasta la galaxia más cercana, los acontecimientos se sucederán siempre según un encadenamiento válido de causas y efectos. Una historia surrealista como *La Metamorfosis* de Kafka se inicia con una premisa contrafactual —un hombre puede devenir insecto— y despliega las consecuencias en un mundo donde todo lo demás continúa siendo lo mismo. El protagonista conserva su conciencia humana y le seguimos mientras se desarrolla la trama y reaccionamos ante él como personas de carne y hueso reaccionarían frente a un insecto gigante. Sólo en la ficción que trata de la lógica y la realidad, como *Alicia en el País de las Maravillas*, pueden ocurrir todo tipo de cosas extrañas^[25].

Una vez que el mundo ficticio queda establecido, al protagonista se le da una meta y vemos cómo la persigue superando obstáculos. No es ninguna coincidencia que esta definición estándar de la trama sea idéntica a la definición de la inteligencia sugerida en el **capítulo 2**. Los personajes de un mundo de ficción hacen exactamente lo que nuestra inteligencia nos permite hacer en el mundo real. Contemplamos lo que les acontece y tomamos nota mentalmente de los resultados a que conducen las estrategias y las tácticas que utilizan para ir en pos de sus metas.

¿Cuáles son esas metas? Un darwiniano respondería que en última instancia un organismo tiene sólo dos: sobrevivir y reproducirse. Y precisamente son estas dos metas las que guían a los organismos humanos en la ficción. Casi todas las tramas

que aparecen enumeradas en el catálogo de Georges Polti vienen definidas por el amor o el sexo o una amenaza a la seguridad del protagonista o un familiar suyo (por ejemplo, «celos infundados», «venganza pariente por pariente» y «descubrimiento de la deshonra del amado/amada»). La diferencia entre ficción para niños y ficción para adultos se podría resumir en dos palabras: sexo y violencia. El homenaje que Woody Allen rindió a la literatura rusa se titulaba en inglés *Love and Dead*^[*1]. Pauline Kael se inspiró para poner título a uno de sus libros sobre crítica cinematográfica en un cartel de cine italiano que contenía «el enunciado más sucinto imaginable del atractivo básico de las películas»: *Kiss, Kiss, Bang, Bang*^[26].

El sexo y la violencia no son sólo las obsesiones de la novela barata y la telebasura. El lingüista Richard Lederer y el programador de ordenadores Michael Gilleland presentaron los siguientes titulares sacados de la prensa:

CHÓFER DE CHICAGO ESTRANGULA A LA HIJA
DE SU JEFE, LA CORTA EN PEDAZOS Y LA COLOCA EN EL HORNO.

SE DESCUBRE QUE LA ESPOSA DE UN MEDICO
Y UN MINISTRO DE LA IGLESIA LOCAL TUVIERON
UNA HIJA ILEGÍTIMA.

DOS ADOLESCENTES SE SUICIDAN.
LAS FAMILIAS PROMETEN PONER FIN
A LAS VENGANZAS.

ESTUDIANTE CONFIESA HABER DADO MUERTE A
HACHAZOS A UN PRESTAMISTA Y A SU DEPENDIENTE.
EL PROPIETARIO DE UN TALLER MECÁNICO SIGUE A
EMPRESARIO LOCAL Y LE DISPARA EN LA PISCINA.

UNA MUJER DEMENTE PRENDE FUEGO AL ÁTICO
DONDE ESTABA ENCERRADA Y LUEGO SALTA AL VACÍO.

RECLUIDA EN EL MANICOMIO ANTIGUA MAESTRA
DE PÁRVULOS QUE RESULTÓ SER UNA PROSTITUTA.

PRÍNCIPE ABSUELTO DE LA MUERTE DE SU MADRE
POR VENGARSE DEL ASESINATO
DE SU PADRE

¿Les resulta a familiar? Vean las notas de esta página que hay al final del libro^[27].

La ficción es particularmente apremiante cuando los obstáculos que se interponen a las metas del protagonista son otras personas que van en busca de otras metas que son incompatibles con las primeras. La vida es como el ajedrez, y las tramas son

como aquellos libros con las partidas de ajedrez famosas que los jugadores con vocación estudian para estar preparados si algún día se encuentran en apuros similares. Los libros resultan útiles porque el ajedrez es combinatorio y en cualquier nivel hay tantísimas secuencias posibles de movimientos y contramovimientos como para que todos se puedan interpretar en la propia mente. Las estrategias generales «sacar la reina pronto» son demasiado vagas para ser de gran ayuda, habida cuenta de los billones de situaciones que las reglas permiten. Un buen régimen de preparación consiste en construir un catálogo mental con decenas de miles de momentos esenciales en el juego y los movimientos que permitieron a los buenos jugadores salir airosos. En el ámbito de la inteligencia artificial, a este procedimiento se le denomina razonamiento basado en casos^[28].

La vida tiene aún más movimientos que el ajedrez. Los seres humanos se hallan siempre, en cierta medida, en conflicto, y sus movimientos y contramovimientos se multiplican dando lugar a un conjunto inimaginablemente vasto de interacciones. Las parejas, como sucede con los prisioneros del dilema hipotético, pueden cooperar o escapar, en este movimiento y en los movimientos que se sucederán. Los padres, los hijos y los hermanos, dada su parcial coincidencia genética, tienen a la vez intereses comunes y enfrentados y cualquier acto que una parte dirija hacia otra puede ser altruista, egoísta o una mezcla de ambas cosas. Cuando un chico conoce a una chica, o bien el chico puede considerar a la chica como esposa, como una aventura de una noche o como ni una cosa ni otra. Los esposos pueden ser fieles o adúlteros. Los amigos pueden ser falsos amigos. Los aliados puede que asuman menos que la parte cuota de riesgo que les corresponde o puede que deserten tan pronto como el dedo del destino les apunte. Los extraños pueden ser competidores o enemigos declarados. Estos juegos alcanzan grandes dimensiones debido a la posibilidad de engaño, que permite a las palabras y los actos ser verdaderos o falsos, y al autoengaño, que permite que las palabras y los actos *sinceros* sean verdaderos o falsos. Se expanden aún en dimensiones más grandes mediante rondas de tácticas y contratácticas paradójicas, en las cuales se renuncia de forma voluntaria a las metas habituales de una persona —control, razón y saber—, a fin de hacer que la persona sea inamenazable, digna de confianza o demasiado peligrosa como para desafiarla.

Las intrigas de las personas en conflicto pueden multiplicarse de tantos modos que posiblemente nadie estaría en condiciones de representar en la imaginación las consecuencias de todos los cursos de acción. La prosa de ficción nos facilita un catálogo mental de los enigmas fatales a los que algún día podría ser que nos enfrentáramos y de cuáles serían los resultados de las estrategias que desplegaríamos. ¿Cuáles son las opciones si sospechase que mi tío mató a mi padre, ocupó su posición y se casó con mi madre? Si mi desventurado hermano mayor no fuera respetado en la familia, ¿hay circunstancias en las cuales se sentiría impulsado a traicionarme? ¿Qué es lo peor que podría sucederme si me sedujera una cliente mientras mi esposa e hija se habían marchado a pasar el fin de semana fuera de la ciudad? ¿Qué es lo peor que

podría suceder si tuviera una aventura amorosa para alegrar mi aburrida vida como esposa de un médico rural? ¿Cómo podría evitar una confrontación suicida con unos invasores que quieren mi tierra hoy sin por ello parecer un cobarde y, por tanto, cedérsela mañana? Las respuestas han de buscarse en cualquier librería o videoclub^[29]. El cliché según el cual la vida imita al arte es cierto, porque la función que ciertas formas de arte tienen para con la vida es imitarla.



¿Cabe decir algo acerca de la psicología del *buen* arte? El filósofo Nelson Goodman tuvo una intuición mientras examinaba la diferencia que existe entre el arte y otros símbolos. Supongamos que por puro azar y coincidencia un electrocardiograma y un dibujo del Fuji-Yama hecho por Hokusai consistieran ambos en la misma línea dentada. Ambos trazos representan algo, pero la única parte del electrocardiograma que importa es la posición de cada punto por el que pasa la línea. Su color y grosor, el tamaño del trazo y el color, así como el sombreado del papel, son irrelevantes. Si se cambiaran, el diagrama continuaría siendo el mismo. En cambio, en el dibujo de Hokusai, ninguno de los rasgos puede ser ignorado o alterado de forma casual, ya que todos y cada uno de ellos podrían haber sido deliberadamente elaborados por el artista. Goodman denomina a esta propiedad que tiene el arte «repleteness» (repleción)^[30].

Un buen artista saca partido de la repleción y hace un buen uso de todos y cada uno de los aspectos del medio. Y con razón podría hacerlo, ya que dispone de la vista y el oído del público, y la obra, al no tener ninguna función práctica, no tiene que satisfacer las exigencias que suponen las especificaciones mecánicas y, en consecuencia, cada parte es libre. Heathcliff necesita mostrar su pasión y furia en algún lugar, ¿por qué no contra los páramos borrascosos y tétricos de Yorkshire? Una escena ha de ser pintada a pinceladas, ¿por qué no utilizar un difuminado trémulo que resalte el efecto de una noche estrellada, o una mancha de color verde en el rostro de la dama para crear una impresión de los reflejos moteados que definen el ambiente de una escena pastoral? Una canción necesita de melodía y palabras; en «Ev'ry time we say goodbye», de Colé Porter, una línea es cantada en versos alternados en un tono mayor y un tono menor, y la letra es como sigue:

*When you're here, there's such an air of spring about it.
I can hear a lark somewhere begin to sing about it.
There's no love song finer,
But how strange the change from major to minor,
Ev'ry time we say goodbye^[*]*

La canción trata del mudar de la alegría a la tristeza cuando la amada se va; la melodía cambia de alegre a triste y la letra cuenta que el estado de ánimo cambia de la alegría a la tristeza sirviéndose de la metáfora de una melodía que cambia a su vez de alegre a triste. En el esfuerzo por moldear una corriente de sonido para evocar el cambio, no se ha desperdiciado nada.

El uso habilidoso de la repleción nos impresiona no sólo porque evoque un sentimiento agradable a través de varios canales a la vez. Algunas partes son anómalas de entrada, y al resolver la anomalía descubrimos por nosotros mismos las vías del ingenio del artista que ha dado forma a las diferentes partes, del medio para que hagan la misma cosa al mismo tiempo. ¿Por qué, nos preguntamos, empezó a soplar de repente un viento enfurecido? ¿Por qué la dama tiene un punto verde en la mejilla? ¿Por qué una canción de amor habla de tonos musicales? Al resolver estos enigmas, el público se ve conducido a prestar atención a una parte que por lo común pasa desapercibida por su discreción, y el efecto deseado se ve reforzado. Esta idea se la debemos al *tour de forcé* que Arthur Koestler llevó a cabo en el tema de la creatividad en *El acto de creación*, al tiempo que subraya su ingenioso análisis de ese otro gran enigma de la psicología humana que es el humor.

¿Qué hace tanta gracia?

Arthur Koestler introduce el problema del humor con estas palabras:

¿Cuál es el valor de supervivencia que tienen la contracción involuntaria y simultánea de quince músculos faciales asociados con ciertos ruidos que a menudo resultan incontenibles? La risa es un reflejo, pero es único en la medida en que no cumple ningún propósito biológico aparente, al punto que cabría denominarlo reflejo suntuoso. Su única función utilitaria, en la medida que podemos considerarlo, consiste en proporcionar un alivio temporal a las presiones utilitarias. En el nivel evolutivo donde surge la risa, un elemento de frivolidad parece entrar en un universo carente de humor y regido por las leyes de la termodinámica y la supervivencia de los más aptos.

La paradoja puede expresarse de un modo diferente. Nos sorprende como una combinación razonable que al impactar la luz intensa en el ojo, la pupila se contraiga, o que al pinchar con una aguja el pie de alguien cause que instantáneamente se retire el pie; es así porque tanto el «estímulo» como la «respuesta» se hallan al mismo nivel fisiológico. En cambio, el hecho de que una actividad mental complicada como la lectura de una página por un actor cómico cause una respuesta motora específica a nivel del reflejo, ha sido un fenómeno que en su desproporción ha intrigado a los filósofos desde la Antigüedad^[31].

Unamos las pistas dadas por el análisis de Koestler, con las ideas más recientes acerca de la psicología evolutiva y los estudios sobre el humor y la risa más actuales.

La risa, señalaba Koestler, es un hacer ruido involuntario. Como muchos maestros y profesores saben, distrae la atención puesta en quien habla y hace difícil continuar. Y, además, la risa es contagiosa. El psicólogo Robert Provine, que ha documentado la etología de la risa en los seres humanos, descubrió que reímos tres veces más a menudo cuando estamos con otras personas que cuando estamos solos. Incluso

cuando una persona ríe a solas, a menudo se está imaginando que se halla en compañía de otras: lee las palabras de otras personas, escucha sus voces por la radio o las ve por la televisión. Los seres humanos ríen cuando oyen reír y ésta es la razón por la cual las comedias televisivas usan misas enlatadas para compensar la ausencia de público en directo. (El redoble del tambor o el pistonazo con el que se señalaban las bromas y los chistes de los cómicos en los vodeviles fueron en este sentido prácticas precursoras)^[32].

Todo esto sugiere un par de cosas. En primer lugar, la risa es ruidosa no porque libere la energía psíquica encerrada, sino para que los demás la puedan oír, y en este sentido es una forma de comunicación. En segundo lugar, la risa es involuntaria por la misma razón de que las otras muestras emocionales son involuntarias (**capítulo 6**). El cerebro produce un aviso honesto, infalsificable y caro de un estado mental al transferir el control desde los sistemas computacionales que subyacen a la acción voluntaria a los conductores subalternos de la maquinaria física del cuerpo. Al igual que sucede con las exhibiciones de enojo, simpatía, vergüenza y miedo, el cerebro hace un cierto esfuerzo por convencer a un público que un estado interior es sentido de forma sincera y no es una farsa^[33].

La risa parece tener homólogos en otras especies de primates. El etólogo Irenäus Eibl-Eibesfeldt, dedicado al estudio de los seres humanos, percibe una clara cadencia de risa en el reclamo de acoso que los monos emiten cuando se reúnen para amenazar o atacar a un enemigo común. Los chimpancés hacen un ruido diferente que los primatólogos describen como risa. Es una especie de jadeo en la respiración que hacen cuando expulsan y cuando aspiran el aire, y se asemeja más al ruido que se produce al serrar una madera que al exhalado ja-ja-ja de la risa humana. (Puede que haya otros tipos de risa también en los chimpancés). Los chimpancés «ríen» cuando se hacen cosquillas unos a otros, al igual que lo hacen los niños. Hacer cosquillas consiste en tocar las partes vulnerables del cuerpo en una especie de ataque fingido. Muchos primates y niños en todas las sociedades, juegan a pelearse como una especie de entreno para el combate. El jugar a pelearse plantea un dilema para quienes luchan: la pelea debe ser lo bastante realista para servir como un ensayo útil para el ataque y la defensa, pero ambas partes quieren que la otra sepa que se trata de un combate fingido, de modo que no se produzca una escalada en la pelea y no se ocasione daño real. La risa del chimpancé y otras expresiones lúdicas de los primates se han desarrollado como una señal que indica que la agresión va, tal como decimos, en broma. En consecuencia, hay dos candidatos que pueden ser identificados como precursores de la risa: una señal de una agresión colectiva y una señal de la agresión de mentira. No son necesariamente exclusivas y ambas permiten arrojar luz sobre el papel que tiene el humor en los seres humanos^[34].

El humor es a menudo una especie de agresión. Ser objeto de risa es desagradable y se siente como un ataque. La comedia a menudo funciona a base de insultos y bufonadas y, en entornos menos refinados, entre ellos las sociedades de

cazadores-recolectores en las que evolucionamos, el humor puede llegar a ser francamente sádico. Los niños a menudo ríen de forma histérica cuando los otros niños se hacen daño o padecen algún revés. Muchos informes compilados en la bibliografía sobre el humor entre los cazadores-recolectores son similares. Cuando el antropólogo Raymond Hames vivió con los ye'kwana en la selva amazónica, en cierta ocasión se dio un golpe en la cabeza contra la entrada a una cabaña y cayó redondo al suelo, sangrando abundantemente y retorciéndose de dolor. Los que estaban allí mirando se partían de risa. Y en esto no somos tan diferentes. Las ejecuciones en Inglaterra solían ser ocasiones en las cuales toda la familia se reunía y se reía del hombre condenado mientras era conducido al cadalso y ahorcado. En 1984, Orwell presenta una sátira de la diversión popular a través del diario de Winston Smith, que presenta una incómoda proximidad con lo que es ir una noche al cine en los complejos multisalas de nuestros días:

4 de abril de 1984. Anoche estuve en los *flicks*. Todas las películas eran de guerra. Había una muy buena de un barco lleno de refugiados que lo bombardeaban en no sé dónde del Mediterráneo. Al público le divertieron mucho los planos de un hombre muy grande y muy gordo que intentaba escaparse nadando de un helicóptero que lo perseguía, primero se le veía en el agua chapoteando como una tortuga, luego lo veías por los visores de las ametralladoras del helicóptero, luego se veía cómo lo iban agujereando a tiros y el agua a su alrededor se ponía toda roja y el gordo se hundía como si el agua le entrase por los agujeros que le habían hecho las balas la gente se moría de risa cuando el gordo se iba hundiendo en el agua y también una lancha salvavidas llena de niños con un helicóptero que venga a darle vueltas y más vueltas había una mujer de edad madura que bien podía ser una judía y estaba sentada en la proa con un niño en los brazos que quizá tuviera unos tres años el niño chillaba con mucho pánico, metía la cabeza entre los pechos de la mujer y parecía que se quería esconder así y la mujer lo rodeaba con los brazos y lo consolaba como si ella no estuviese también aterrada y como si por tenerlo así en los brazos fuera a evitar que le alcanzaran al niño las balas entonces va el helicóptero y tira una bomba de veinte kilos sobre el bote y no queda ni una astilla de él, que fue una explosión pero que magnífica, y luego salía un primer plano maravilloso del brazo del niño subiendo por el aire yo creo que un helicóptero con su cámara debe haberlo seguido así por el aire v la gente aplaudió muchísimo...^[35]

Apenas si soporto leerlo, pero, por otro lado, no recuerdo haber reído más en una película que con la secuencia en la que Indiana Jones saca la pistola y le dispara al árabe que se reía burlonamente mientras hacía malabarismos con su cimitarra.

El horror que Orwell provoca a través de su patética descripción del terror de las víctimas demuestra que la crueldad por sí sola no es lo que desencadena el humor. Quien es el blanco de una broma tiene que ser considerado como alguien que no merece la dignidad ni el respeto que aparenta, y el episodio humorístico debe bajarle un poco los humos. El humor es enemigo de la solemnidad, la pompa y el decoro, sobre todo cuando sostienen la autoridad de un adversario o de un superior. Los blancos más tentadores de las ridiculizaciones son los maestros, los predicadores, los reyes, los políticos, los oficiales del ejército y otros miembros de la clase alta y poderosa. (Incluso la *Schadenfreude* de los ye'kwana parece más familiar cuando se nos informa que son gente de estatura bajita y que Hames es un norteamericano fornido). Probablemente la cosa más divertida que he presenciado en la vida real haya

sido un desfile militar en la ciudad colombiana de Cali. Al frente del desfile marchaba un oficial pavoneándose orgulloso, y frente a él había un golfillo de apenas siete u ocho años que se alardeaba de forma aún más orgullosa, con la nariz levantada hacia el cielo y balanceando los brazos ampulosamente. El oficial intentaba apartar al chiquillo dándole tortazos sin romper ni el ritmo ni la formación militar, pero el muchacho siempre conseguía dar brincos y ponerse fuera del alcance del oficial y así seguir conduciendo aquella procesión uniformada por las calles.

La mengua en dignidad es la base también del atractivo universal del humor de tema sexual y escatológico. Casi toda la agudeza humorística del mundo presenta más el estilo de *Animal House* que el del Círculo Vicioso del Hotel Algonquin de Dorothy Parker. Cuando Chagnon empezó a reunir información genealógica entre los yanomami, tuvo que sortear los tabúes que les impedían mencionar los nombres de personas destacadas (un poco como sucede con la sensibilidad que ocultan las formas educadas de dirigirse como «señor» y «su excelencia»). Para evitar la prohibición que representaban los tabúes, Chagnon pidió a sus informantes que le susurraran los nombres de una persona y de sus parientes al oído, y repetía en voz alta los nombres para cerciorarse de que los había escuchado correctamente. Cuando el nombrado le lanzaba una mirada furiosa y a los asistentes les entraba la risa tonta, Chagnon se tranquilizaba pensando que había registrado el nombre verdadero de la persona. Tras meses de trabajo había conseguido reunir una genealogía elaborada, y aprovechando una visita a una aldea cercana, intentó darse pisto diciendo el nombre de la esposa del jefe de la tribu.

Tras decir aquellas palabras se hizo un silencio pasmoso y, luego, fue como si un incontrolable clamor en el que se entremezclaban risas, convulsiones, jadeos y gritos se apoderara de toda la aldea. Según parecía, había dicho que el jefe bisaasi-teri estaba casado con una mujer llamada «cono peludo». También resultó ser que había llamado al jefe de la tribu «verga larga», a su hermano «mierda de águila», a uno de sus hijos «gilí» y a una hija «pedo maloliente». La sangre me retumbaba en las sienes al darme cuenta de que, tras cinco meses de entregado esfuerzo genealógico, entre mis manos sólo tenía despropósitos^[36].

Sin duda, *nosotros* no reiríamos nunca de una cosa tan pueril. Nuestro humor es «salado», «grosero», «verde», «picante», «obsceno», «chusco» o «rabelesiano». El sexo y todas las excreciones son otros tantos recordatorios de que la pretensión de cualquiera a tener una dignidad que dure las veinticuatro horas, es endeble. El llamado animal racional tiene un impulso desesperado a emparejarse, contorsionarse y gemir. Tal como Isak Dinesen escribió: «¿Qué es el hombre, si lo pensamos detenidamente, más que un dispositivo minucioso y una máquina ingeniosa que convierte, con una infinita destreza, el vino tinto de Shiraz en orina?».

Pero, por extraño que pueda parecer, el humor es así mismo una apreciada táctica de retórica y argumentación intelectual. La agudeza puede ser un temible florín en manos de un diestro polemista. La popularidad de Ronald Reagan y su efectividad como presidente se debía en gran parte a su facilidad para soltar frases cómicas o ingeniosas que sofocaban cualquier debate o crítica, al menos momentáneamente;

recuerdo, por ejemplo, que al desviar las preguntas sobre el derecho al aborto dijo: «Que yo sepa, todos los que están a favor del aborto ya han nacido».

Los filósofos disfrutaban cuando se cuenta una historia verídica que ocurrió en un congreso especializado, en el cual un teórico dijo que mientras algunos idiomas utilizan la doble negación para expresar una afirmación, ningún lenguaje utiliza la doble afirmación para expresar una negación. De pronto se puso en pie un filósofo en el fondo de la sala y dijo en voz alta con sonsonete: «sí, sí». Aunque pueda ser cierto, tal como escribió Voltaire, que «un chiste agudo no demuestra nada», Voltaire se hizo célebre porque se sirvió de esa agudeza. La ocurrencia o la pulla perfectas dan al que habla una victoria instantánea, ya sea merecida o no, y deja a los oponentes sin habla. A menudo tenemos la sensación de que un aforismo ingenioso capta una verdad que de otro modo exigiría que se le dedicaran páginas y páginas a defenderla.



Y en este punto retomamos el intento de Koestler de llevar a cabo una ingeniería inversa del humor. Koestler fue uno de los primeros en valorar y apreciar la ciencia cognitiva en una época en la cual el conductismo dominaba, y reclamó que se prestara atención al inventario mental de sistemas de reglas, modos de interpretación, formas de pensar o marcos de referencia. El humor, dijo, empieza con un hilo de pensamiento en un marco de referencia y tropieza con una anomalía: un suceso o enunciado que no tiene sentido en el contexto de lo que había venido antes. La anomalía puede resolverse cambiando a un marco de referencia distinto, a un marco en el cual el suceso o enunciado tengan sentido. Y en el interior de *ese* marco de referencia, la dignidad de alguien ha sido degradada. Koestler denomina a este cambio «bisociación». Y dado que los ejemplos de humor por él propuestos no han envejecido demasiado bien, ilustraré la teoría con unos pocos que me divierten, aun teniendo que pagar el precio de acabar con las bromas al explicarlas.

Lady Astor dijo a Winston Churchill: «Si usted fuera mi marido, le habría puesto veneno en el té». A lo que él respondió: «Si usted fuera mi esposa, me lo habría bebido». La respuesta es anómala en el marco de referencia del asesinato, porque la gente se resiste a ser asesinada. La anomalía se resuelve al cambiar el marco de referencia por el del suicidio, en el cual la muerte es acogida como un modo de escapar a la desgracia. En ese marco de referencia lady Astor es la causa de la desgracia matrimonial, lo cual es un papel ignominioso.

Un escalador se precipita por un barranco al tropezar y logra agarrarse a una cuerda, quedando colgado a mil metros. Lleno de pánico y desesperación, mira al cielo y grita: «¿Hay alguien que pueda ayudarme?». Y una voz desde lo alto le responde: «Te salvarás si demuestras tu fe y te sueltas de la cuerda». El hombre mira abajo, luego arriba, y grita de nuevo: «¿hay alguien más que pueda ayudarme?». La respuesta es incongruente en el marco de referencia de las historias religiosas, en las

que Dios garantiza la existencia de milagros a cambio de signos y muestras de fe, y los creyentes quedan agradecidos. Se resuelve al deslizamos en el marco de la vida cotidiana, en la cual las personas demuestran tener un sano respeto por las leyes de la física y se muestran escépticos ante cualquiera que afirme desafiarlas. En ese marco de referencia, Dios (e indirectamente sus promotores y propagandistas en la jerarquía eclesiástica) puede ser meramente un artista fruslero, aunque si no lo es, el sentido común del ser humano será a buen seguro su perdición.

En cierta ocasión se le preguntó a W. C. Fields: «¿Cree en los clubes para la gente joven?». Y respondió: «Sólo cuando la amabilidad falla». La réplica no es una respuesta sensata a una pregunta sobre un grupo recreativo, el sentido habitual de la palabra *club*, pero la anomalía puede resolverse cambiando a un segundo significado de esa palabra en inglés, «arma». Los jóvenes pasan de ser un objetivo de la beneficencia a ser un objetivo de la disciplina^[37].

Los tres ingredientes del humor según Koestler —la incongruencia, la resolución y la afrenta— se han verificado en muchos experimentos orientados a averiguar qué hace a una broma ser divertida. El humor bufonesco surge del choque entre un marco psicológico, en el cual una persona es un lugar de creencias y deseos, y un marco físico, en el cual una persona es un pedazo de materia que obedece a las leyes de la física. El humor escatológico surge del choque entre el marco psicológico y un marco fisiológico, en el cual una persona es un elaborador de sustancias desagradables. El humor sexual también sale de un choque entre el marco psicológico y uno biológico, pero en este caso la persona es un mamífero con todos los instintos y órganos necesarios para la fertilización interna. El humor verbal depende de un choque entre dos significados de una misma palabra, siendo el segundo, inesperado, sensato y ofensivo^[38].

El resto de la teoría de Koestler adolecía de dos ideas anticuadas: el modelo hidráulico de la mente, en el cual la presión psíquica construye y necesita una válvula de seguridad, y un impulso que lleva a la agresión, el cual proporciona presión. Para completar la respuesta a la pregunta «¿para qué sirve, si es que sirve, el humor?», nos son precisas tres nuevas ideas.



En primer lugar, la dignidad, la relevancia y los demás globos que son pinchados por el humor forman parte del complejo de dominación y prestigio social que abordamos en el **capítulo 7**. El dominio y el prestigio social benefician a quienes los poseen a expensas de los que no los tienen, en consecuencia los peones tienen siempre un motivo para desafiar a los eminentes. En los seres humanos, el dominio no es sólo el botín de la victoria en la lucha, sino un aura nebulosa que se gana por el reconocimiento de la efectividad en cualquiera de los ámbitos en que los seres humanos interactúan: valor, pericia, habilidad, inteligencia, destreza, saber,

diplomacia, alianzas, belleza o riqueza. Muchas de estas pretensiones de relevancia están, en parte, a la vista del espectador y se desintegrarían si los espectadores cambiaran sus cargas de fuerzas y debilidades que suman el valor de una persona. El humor, por tanto, puede ser un arma contra el dominio. Quien desafía al que domina llama la atención hacia alguna de las cualidades algo menos exaltables con las que cualquier ser mortal carga, con independencia de lo distinguido y poderoso que sea.

En segundo lugar, la dominación a menudo se hace cumplir en una relación exacta de uno contra uno, pero es impotente ante una masa unida. Un hombre que sólo tiene una única bala en la recámara de su arma puede retener a una docena de rehenes, sólo si éstos no tienen modo de indicar el momento propicio en el cual abalanzarse sobre él y vencerle. No hay gobierno en el mundo que tenga el poder de controlar una población entera, de modo que cuando los sucesos se desarrollan rápidamente y toda la población pierde confianza en la autoridad de un régimen al mismo tiempo, lo derriban. Ésta puede que sea la dinámica que pone la risa —esa señal involuntaria, desorganizadora y contagiosa— al servicio del humor. Cuando las dispersas risas disimuladas crecen y forman un coro de hilaridad como si fuera una reacción atómica en cadena, la gente en realidad está reconociendo que todos se han dado cuenta de la misma flaqueza en lo que hasta entonces había sido un personaje exaltado, y ahora blanco de sus risas. En caso de agraviarlo en solitario, uno siempre se arriesga a padecer las represalias del personaje que ha sido el blanco del escarnio, pero una masa, conchabada sin ambigüedades en reconocer las manías y debilidades del personaje escogido como blanco, está a salvo. El cuento de Hans Christian Andersen sobre el traje nuevo del emperador es una hermosa parábola del poder subversivo del humor colectivo. Ciertamente es, sin duda, que en la vida real no tenemos que derrocar a tiranos o humillar a monarcas, pero sí que nos vemos en la necesidad de socavar las pretensiones de un sinfín de arrogantes, fanfarrones, intimidadores, amedrentadores, camelistas, aduladores, gazmoños y otros santurriones, fariseos, peces gordos, sabelotodos y primas donnas^[39].

En tercer lugar, la mente interpreta de forma reflexiva las palabras y los gestos de otras personas haciendo lo que sea para que sean sensatas y ciertas. Si las palabras son imprecisas o incongruentes, la mente las completa caritativamente con las premisas desaparecidas, o cambia a un nuevo marco de referencia en el cual tengan sentido. Sin este «principio de relevancia», el propio lenguaje sería imposible. Los pensamientos que sostienen incluso la oración más sencilla son tan laberínticos que si los expresáramos por completo en el habla, se asemejaría a la retorcida y complicada verborrea de un documento legal. Pongamos por caso que dijera: «Joan oyó el tintineo del carronato de los helados. Corrió a buscar la hucha del tocador y empezó a sacudirla y, finalmente, cayó algún dinero». Aunque no lo haya dicho con todas las letras, sabemos que Joan es una niña (y no una mujer de ochenta y siete años de edad), que sacudió la hucha (no el tocador), que las monedas (y no los billetes) salieron de la hucha, y que quería el dinero para comprarse un helado (no para

comerse el dinero, invertirlo o sobornar al heladero para que silenciara la campanilla).

El humorista manipula esta maquinaria mental para que el público considere una proposición, aquella que resuelve la incongruencia, contra su propia voluntad. Las personas aprecian la verdad de la proposición despectiva porque no es afirmada de manera escueta como parte de una propaganda que posiblemente rechazarían, sino que es una conclusión que ellos mismos se ven abocados a sacar. La proposición tiene que poseer al menos una pizca de garantía o el público no la habría deducido de otros hechos y no captaría la broma. Este hecho explica la sensación de que una observación graciosa puede llegar a captar una verdad que es demasiado compleja para ser articulada y que es un arma efectiva que obliga a la gente, al menos por un momento, a estar de acuerdo con cosas que de otro modo se negarían a admitir. La graciosa ocurrencia de Reagan de que los defensores del derecho al aborto son todo ellos personas que han nacido, es tan trivialmente cierta —todos hemos nacido— que al oírla por primera vez parece un absurdo. Pero tiene sentido en el supuesto de que haya dos clases de individuos: los que han nacido y los que no. Éstos son términos en los que quienes se oponen al derecho al aborto quieren que se enmarque la cuestión, y cualquiera que comprenda el sarcasmo ha reconocido de forma implícita que ese enfoque de la cuestión es, cuando menos, posible. Y, en el interior de este marco, quien defiende el derecho al aborto goza del privilegio pero se lo niega a otro y, por tanto, es un hipócrita. El argumento no es necesariamente un argumento válido, pero la refutación precisaría de muchas más palabras que las meras catorce que le bastaron a Reagan para formularlo. Las formas «superiores» de agudeza son casos en que los procesos cognitivos de un público han sido usurpados contra su voluntad para deducir una proposición despectiva a partir de premisas que nadie puede negar^[40].



Pero no todo el humor es malicioso. Los amigos se pasan buena parte del tiempo gastándose bromas en las cuales todos salen ilesos; en realidad, pasar una noche riendo con los amigos es uno de los grandes placeres de la vida. Ciertamente es que buena parte del placer proviene de denigrar a personas que se hallan fuera del círculo, lo cual refuerza la amistad a través del principio de que el enemigo de mi enemigo es mi amigo. Pero buena parte es bondadosa desaprobación y amable burla que a todos parece alegrar.

El humor alegre y sociable no sólo no es especialmente agresivo, tampoco es particularmente divertido. Robert Provine hizo algo que, durante los dos milenios de historia en que se ha pontificado sobre el humor, nunca nadie tuvo la idea de hacer: se dedicó a ver qué hacía reír a la gente. Contó para ello con sus ayudantes en el campus, quienes se acercaban a grupos que conversaban e iban anotando de forma subrepticia aquello que les hacía reír. ¿Qué descubrió? Un motivo típico de risa era

«Nos vemos luego» o «¿Qué se supone que significa?». Como decían, teníamos que haber estado allí. Sólo entre un diez y un veinte por ciento de los episodios podían clasificarse de humorísticos, y aun siguiendo unos criterios de lo más indulgentes. Los más divertidos en ciento veinte ejemplos eran: «No tienes que beber, basta con que nos invites», «¿Tienes un novio de tu especie?» y «¿Trabajas aquí o sólo aparentas estar ocupado?», Provine señala: «La frecuente risa que se escucha en las reuniones sociales donde hay mucha gente, no se debe a que los invitados tengan un ritmo endiablado de contar chistes, sino que casi todo el diálogo que antecede a la risa es como una de aquellas interminables comedias de situación que ponen por la tele que, además, hubiera sido guionada por un escritor de tres al cuarto»^[41].

¿Cómo explicar el atractivo de la broma apenas humorística que es capaz de incitar la mayor parte de nuestro reír? Si el humor es un veneno contra la dominación, un dignicida, no es necesariamente utilizado sólo para propósitos dañinos. El tema abordado en el **capítulo 7** era que cuando los seres humanos interactúan entre sí tienen que escoger entre un menú de psicologías sociales diferentes, cada una con una lógica distinta. La lógica de la dominación y el prestigio social se basa en amenazas implícitas y sobornos, y se desvanece cuando el considerado como superior no puede ya hacerlos valer. La lógica de la amistad se basa en un compromiso de ayuda mutua sin límites, pase lo que pase. La gente quiere prestigio social y dominar, pero también quiere tener amigos, porque el prestigio y el dominio pueden desaparecer, pero un amigo siempre estará allí contra viento y marea. Lo uno y lo otro son incompatibles, y eso plantea un problema de señalización. Dadas dos personas cualesquiera, una será siempre más fuerte, más lista, más pudiente, tendrá un mejor aspecto o tendrá mejores relaciones que la otra. Los activadores de una relación de dominación-sumisión o celebridad-seguidor están siempre allí, pero ninguna de las partes puede querer que la relación tome ese cariz. Al desaprobando las cualidades con las cuales uno *habría* dominado a un amigo o a la inversa, de hecho se está expresando, al menos por lo que respecta a una de las partes, que la relación no se basa en el prestigio o en el dominio. Tanto mejor si la señal es involuntaria y, por tanto, difícil de simular^[42].

Si esta idea es correcta, explicaría la homología entre la risa de los adultos humanos y las respuestas de agresión fingida y cosquilleo en los niños y los chimpancés. La risa dice: «Puede parecer que intento hacerte daño, pero estoy haciendo algo que los dos queremos». La idea explica así mismo la razón por la que el tomar el pelo es un instrumento de precisión para evaluar el tipo de relación que uno tiene con una persona. Uno no se atreve a tomarle el pelo a un superior o a un extraño, aunque cuando se da el caso de que uno de los dos lanza una tentativa de broma y es bien recibida, inmediatamente se sabe que el hielo se ha roto y la relación se encamina hacia la amistad. Y cuando la broma suscita una triste risa entre dientes o un gélido silencio, con ello se expresa que aquel ser malhumorado no desea ser nuestro amigo (y puede que incluso interprete la broma como un desafío agresivo).

Las risas periódicas que envuelven a los buenos amigos son confesiones renovadas de que la base de la relación es aún la amistad, a pesar de las tentaciones constantes que tiene una parte para hacer valer su ventaja.

El curioso en busca de lo inconcebible

«La más común de todas las debilidades —escribió el periodista y crítico norteamericano H. L. Mencken— consiste en creer apasionadamente en lo que de forma patente no es verdad. Es la principal ocupación del género humano». En una cultura tras otra, los seres humanos creen que el alma pervive más allá de la muerte, que los rituales pueden cambiar el mundo físico y adivinan la verdad, y que la enfermedad y la desgracia son causadas y aliviadas por espíritus, fantasmas, santos, hadas, ángeles, demonios, querubines, genios, diablos y dioses. A juzgar por las encuestas, más de una cuarta parte de los norteamericanos cree actualmente en brujas, casi la mitad cree en fantasmas, y la mitad cree en el diablo, la mitad cree que el libro del Génesis es literalmente cierto, el sesenta y nueve por ciento cree en los ángeles, el ochenta por ciento cree que Jesús resucitó de entre los muertos y un noventa y seis por ciento cree en un Dios o un espíritu universal^[43]. ¿De qué modo la religión se ajusta a una mente que, en principio, pensaríamos que estaba diseñada para rechazar todo lo que no es una verdad evidente? La respuesta habitual —a saber, que el pensamiento de un pastor benevolente, un plan universal o una vida después de la muerte consuelan— es insatisfactoria, porque no plantea la pregunta de por qué una mente evolucionaría para hallar consuelo en creencias que patentemente puede ver que son falsas. Una persona que se está helando no halla consuelo creyendo que está caliente; una persona que está cara a cara con un león no se sentirá a salvo aun cuando crea que se trata de un conejo.

¿Qué es la religión? Al igual que sucedía con la psicología de las artes, la psicología de la religión ha sido enturbiada por los intentos que los especialistas hicieron para exaltarla a medida que la comprendían. La religión no puede ser equiparada con nuestros anhelos superiores, espirituales, humanos y éticos (aunque a veces se traslade con ellos). La Biblia contiene instrucciones para el genocidio, la violación y la destrucción de las familias, e incluso los Diez Mandamientos, leídos en su contexto, prohíben el asesinato, la mentira y el robo en el seno de la tribu, no con respecto a otras. Las religiones nos han legado lapidaciones, quemas de 1 brujas, cruzadas, inquisiciones, guerras santas, las *fatwas*, ataques suicidas, pistoleros que entran en las clínicas que realizan abortos y madres que ahogan a sus hijos para que puedan reunirse felizmente en el cielo. Tal como escribió Blaise Pascal: «Los hombres nunca obran el mal de una forma tan completa y aclamada como cuando lo hacen movidos por la convicción religiosa».

La religión no es un tema único. Lo que damos en llamar religión en el mundo occidental contemporáneo es una cultura alternativa de leyes y costumbres que sobrevivió junto con las del Estado-nación dadas las vicisitudes de la historia europea. Las religiones, al igual que otras culturas, han producido un gran arte, filosofía y pensamiento jurídico, pero sus costumbres, al igual que aquellas de las demás culturas, a menudo estaban al servicio de intereses de las personas que se encargaban de permitirlos. El culto a los antepasados tiene que resultar una idea atractiva para todos aquellos que están a punto de convertirse en antepasados. A medida que menguan los días que restan, la vida empieza a pasar de ser un dilema del prisionero iterativo, en el que la huida puede ser castigada y la cooperación recompensada, a un dilema del prisionero de sólo una ronda, en el que el cumplimiento es imposible. Si uno puede convencer a sus hijos de que su alma continuará viva y velará por sus asuntos, los hijos tienen menos ánimos de huir mientras los padres permanecen vivos. Los tabúes en relación a los alimentos, tal como vimos, sirven para impedir que los miembros de la tribu intimen con los extraños. Los ritos de tránsito demarcan quiénes tienen derecho a los privilegios de las categorías sociales (feto o miembro de la familia, niño o adulto, soltero o casado), de modo que finalizan las interminables discusiones y regateos sobre las áreas grises. Las iniciaciones que comportan una experiencia del dolor eliminan a cualquiera que quiera recibir los beneficios que supone ser miembro sin estar obligado a pagar los costes que comportan. Las brujas son a menudo suegras y otras personas inconvenientes. Los chamanes y los sacerdotes son magos de Oz que utilizan efectos especiales, desde los juegos de manos y la ventriloquia hasta templos y catedrales suntuosos, para convencer a los demás de que tienen los secretos de las fuerzas del poder y los prodigios.

Centrémonos en aquella parte de la psicología de la religión que es verdaderamente característica y diferenciadora. La antropóloga Ruth Benedict fue la primera en señalar la amenaza común de la práctica religiosa en todas las culturas: la religión es una técnica para alcanzar el éxito. Ambrose Bierce definió *rezar* como «pedir que las leyes del universo sean anuladas en nombre de un único rogante que se ha confesado indigno de ello». En todas partes se implora y suplica a divinidades y espíritus la recuperación de la salud, el éxito en el amor y en el campo de batalla, e incluso para tener buen tiempo. La religión es una medida desesperada a la que los seres humanos recurrimos cuando hay mucho en juego y las técnicas habituales para obrar el éxito se han agotado: medicamentos, terapias, estrategias, cortejos y, en el caso del tiempo, nada^[44].

¿Qué clase de mente haría algo tan inútil como inventar espíritus y sobornarles para que haga buen tiempo? ¿Cómo encaja esto con la idea de que el razonamiento proviene de un sistema de módulos diseñado para averiguar cómo funciona el mundo? Los antropólogos Pascal Boyer y Dan Sperber han demostrado que se ajusta bastante bien. Ante todo, los pueblos que no conocen la escritura no son alucinadores

psicóticos incapaces de distinguir la fantasía de la realidad; saben que hay un rutinario mundo formado por personas y objetos, regido por las leyes habituales, y encuentran que los fantasmas y espíritus de sus sistemas de creencias son aterradores y fascinantes precisamente *porque* infringen aquellas intuiciones que tienen de ordinario acerca del mundo real.

En segundo lugar, los espíritus, los talismanes, los videntes y los adivinos, así como el resto de las entidades sagradas, nunca son invenciones enteramente fabulosas. Los seres humanos tomamos un constructo de uno de los módulos cognitivos del **capítulo 5** —un objeto, una persona, un animal, una sustancia natural o un artefacto—, y tachamos una propiedad o inscribimos otra nueva, dejando que el constructo mantenga el resto de los rasgos estándares que tenía. Así, a una herramienta, un arma o una sustancia se les garantizará cierto poder causal extraordinario, pero, por lo demás, se esperará de ellas que se comporten tal como lo hacían antes, es decir, seguirá en un lugar y en una época dadas, será incapaz como lo era antes de atravesar objetos sólidos, etc.... Un espíritu se estipula como exento de una o más de las leyes que rigen en biología (crecer, envejecer, morir), en la física (solidez, visibilidad, causación por contacto) o en la psicología (los pensamientos y los deseos sólo se conocen a través del comportamiento). Pero, por lo demás, el espíritu es reconocible como un tipo de persona o animal. Los espíritus ven y oyen, tienen una memoria, tienen creencias y deseos, actúan en condiciones que creen nos aportarán un efecto deseado, toman decisiones y lanzan amenazas y ofertas. Cuando los ancianos extienden las creencias religiosas, nunca se preocupan de especificar estas peculiaridades. Ninguno dice: «Si los espíritus nos prometen buen tiempo a cambio de un sacrificio, y saben que queremos que haga buen tiempo, predicen que haremos el sacrificio». Además, no tienen que hacerlo, porque saben que la mente de cada uno de los discípulos aportará de forma automática estas creencias a partir de su conocimiento tácito de la psicología. Los creyentes evitan así mismo resolver las extrañas consecuencias lógicas de estas revisiones poco sistemáticas de las cosas ordinarias. No se detienen en saber por qué un Dios que conoce nuestras intenciones tiene que escuchar nuestras oraciones, o cómo un Dios puede a la vez ver en el futuro y preocuparse por la elección de nuestros actos. Comparadas con las increíbles ideas de la ciencia moderna, las creencias religiosas destacan por su falta de imaginación (Dios es un hombre celoso; el cielo y el infierno son lugares; las almas son gente a la que le ha brotado alas...). Y es así porque los conceptos religiosos son conceptos humanos con unas pocas enmiendas, que los hacen ser maravillosos, y una lista más larga de rasgos estándares, que los hacen ser sensibles a nuestro modo habitual de conocer^[45].

Pero ¿de dónde se sacan estas enmiendas? Incluso cuando todo lo demás ha fallado, ¿por qué desperdiciar el tiempo dándole vueltas a ideas y a prácticas que son inútiles, incluso dañinas? ¿Por qué no se acepta que el saber y el poder humanos tienen límites y se dedican los pensamientos a ámbitos en los que puedan obrar cierto

bien? Antes he aludido a una posibilidad: la exigencia de milagros crea un mercado en el cual compiten los supuestos sacerdotes, y pueden llegar a prosperar si explotan la dependencia que los seres humanos tenemos de los expertos. Baste recordar que dejamos que el dentista nos perfore una muela o que un cirujano nos abra el cuerpo y extirpe un apéndice, aun cuando posiblemente no tenemos modo de verificar por nosotros mismos los supuestos que utilizan para justificar esas mutilaciones. Esta misma fe, hace un siglo, nos habría supeditado a los dictados de un curandero y, si nos remontamos a hace un milenio, a los sortilegios de un sanador. Ciertamente, los sanadores deben tener *ciertos* historiales o perderían toda su credibilidad, y, además, mezclan sus engaños con un saber práctico genuino como es la fitoterapia y las predicciones de sucesos (por ejemplo, el tiempo) que son más exactos que lo fortuito.

Y las creencias acerca de un mundo de espíritus no provienen de ninguna parte. Son hipótesis con las cuales se intentan explicar ciertos datos que se interponen como obstáculos a nuestras teorías cotidianas. Edward Tylor, uno de los primeros antropólogos, señaló que las creencias animistas se fundamentan en experiencias universales. Cuando la gente sueña, su cuerpo permanece en la cama, pero alguna otra parte de sí mismos está en pie y moviéndose en el mundo. El alma y el cuerpo, además, se separan también en el trance inducido por una enfermedad o un alucinógeno. Incluso cuando estamos despiertos, vemos sombras y reflejos en un remanso de agua que parecen expresar la esencia de una persona que carece de masa, volumen o continuidad en el tiempo o en el espacio. Y al morir, el cuerpo pierde cierta fuerza invisible que lo animaba mientras vivía. Una teoría que reúne estos hechos afirma que el alma viaja cuando dormimos, se esconde en la sombra, nos mira desde la superficie de un remanso y abandona el cuerpo cuando morimos. La ciencia moderna ha conseguido formular una teoría mejor de las sombras y los reflejos. Pero ¿podrá explicar a ese ser sintiente que sueña, imagina y dirige el cuerpo?^[46]



Algunos problemas continúan desconcertando a la mente contemporánea. Tal como el filósofo Colín McGinn lo expresó al resumirlos: «La cabeza da vueltas en desorden teórico, no se sugiere ningún modelo explicativo, surgen ontologías a cuál más extraña. Hay una impresión de confusión intensa, aunque no se dispone de ninguna idea clara acerca de dónde radica la confusión».

En el **capítulo 2** abordé uno de los problemas: la conciencia en el sentido de *sentencia* o experiencia subjetiva (no en sentido de acceso a la información o autorreflexión). ¿De qué modo un acontecimiento de procesamiento de la información causará la sensación de dolor de cabeza o el sabor a limón o el color púrpura? ¿De qué modo podría saber si un gusano, un robot, un corte del cerebro cultivado en una placa o usted son seres sensitivos? ¿La sensación que tiene usted es

la misma que la que tengo yo, o podría más bien ser como mi sensación del color verde? ¿A qué se parece estar muerto?

Otro imponderable es el yo. ¿Qué es o dónde está el centro unificado de la capacidad de sentir que entra y sale de la existencia, que cambia con el tiempo pero permanece siendo la misma entidad, y que tiene un valor moral supremo? ¿Por qué razón debe el «yo» del 2000 cosechar las recompensas y padecer los castigos que se mereció el «yo» de 1986? Pongamos por caso que alguien escaneara los planos de mi cerebro en un ordenador, destruyera mi cuerpo y me reconstituyera en todos los detalles, recuerdos y todo lo demás. ¿Me habría echado simplemente una siesta o me habría suicidado? Si los dos «yo» fueran reconstituidos, ¿tendrían el doble de placer? ¿Cuántos «yo» se hallan presentes en un paciente al que se le ha practicado una operación para separarle los dos lóbulos del cerebro? ¿Qué sucede con los cerebros que comparten un par de gemelos siameses? ¿Cuándo se puede decir que un cigoto tiene un yo? ¿Cuánto tejido cerebral tiene que morir antes de que yo muera?

La libre voluntad es otro enigma (véase **capítulo 1**). ¿Cómo pueden mis actos ser una elección de la que soy responsable si son completamente causados por mis genes, mi educación y el estado de mi cerebro? Si algunos acontecimientos están determinados y otros son aleatorios, ¿cómo puede una elección no ser ni lo uno ni lo otro? Cuando entrego mi cartera a un hombre armado que me amenaza con matarme si no lo hago, ¿se trata de una elección? ¿Y si disparo a un niño porque un hombre armado amenaza con matarme si no lo hago? Si escojo hacer algo, *podría haberlo* hecho de otro modo, pero ¿qué significa eso en un universo único que se despliega en el sentido del tiempo conforme a leyes, por las cuales sólo paso una única vez? Me enfrento a una decisión de gran importancia, trascendental, y un experto en el comportamiento humano con un porcentaje de éxito del noventa y nueve por ciento predice que escogeré aquello que en este momento parece como la peor alternativa. ¿Debo continuar con la agonía o debo ahorrar tiempo y hacer lo que es inevitable?

Un cuarto enigma es el significado. Cuando hablo de *planetas*, puedo referirme a todos los planetas del universo pasados, presentes y futuros. Pero ¿cómo podría, justo ahora, en mi casa, tener cierta relación con un planeta que será creado en una galaxia distante dentro de cinco millones de años? Si sé qué significa un «número natural», mi mente tiene trato con un conjunto infinito, pero soy un ser finito, que en su finitud ha tenido experiencia sólo de una diminuta muestra de los números naturales.

El saber es igual de confuso. ¿Cómo puedo llegar a la certeza de que el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados, en todas partes y para toda la eternidad, sentado aquí en la comodidad de mi sillón sin tener ningún triángulo o cinta métrica a la vista? ¿Cómo sé que no soy un cerebro en una cubeta, o que no estoy soñando o viviendo una alucinación programada por un malévolo neurólogo, o que el universo no fue creado hace sólo cinco minutos, completo con todos los fósiles, recuerdos y registros históricos? Si todas las esmeraldas que he visto hasta ahora son verdes, ¿por qué debo concluir que «todas las

esmeraldas son verdes» y no que «todas las esmeraldas son vurdes», donde *vurde* significa «observada antes del año 2020 y verde, o no observada y azul»? Todas las esmeraldas que he visto son verdes, pero entonces, todas las esmeraldas que he visto son vurdes. Las dos conclusiones están igualmente justificadas, pero una predice que la primera esmeralda que vea en el año 2020 tendrá el mismo color que la hierba y la otra predice que será como el color del cielo^[47].

Un último enigma es la moralidad. Si diera secretamente un hachazo a un desgraciado y miserable usurero, ¿dónde quedaría reflejada la naturaleza maligna de ese acto? ¿Qué significa decir que «no debo» hacerlo? ¿Cómo *tuvo que* resultar de un universo de partículas y planetas, genes y cuerpos? Si la finalidad de la ética consiste en maximizar la felicidad, ¿debemos tolerar a un psicótico que obtiene más placer al matar que sus víctimas obtienen al vivir? Si la finalidad es maximizar las vidas, ¿debemos ejecutar públicamente a un homicida si así se pudieran evitar miles de asesinatos? ¿O reclutar a unos pocos cobayas humanos para realizar experimentos mortales que ahorrarían la vida de millones de personas?^[48]

La gente ha pensado durante milenios en estos problemas, aunque no se ha hecho progreso alguno en su resolución. Estos problemas nos provocan desconcierto, una sensación de vértigo intelectual. McGinn ha demostrado cómo históricamente los pensadores han descrito un ciclo entre cuatro tipos de soluciones a lo largo de las épocas, ninguna de ellas satisfactoria.

Los problemas filosóficos encierran una sensibilidad de lo divino, y la solución favorita en la mayoría de ocasiones y lugares es el misticismo y la religión. La conciencia es entonces una chispa divina en cada uno de nosotros. El yo es el alma, un espíritu inmaterial que flota sobre los sucesos físicos. Las almas simplemente existen, o fueron creadas por Dios. Dios otorgó a cada alma una noción del valor moral y la facultad de elegir. Dios, así, ha estipulado qué es bueno y registra los actos buenos y malos de cada alma en el libro de la vida y recompensa o castiga al alma una vez que ésta abandona el cuerpo. El conocimiento fue otorgado por Dios al profeta o al adivino, o es garantizado a todos nosotros por la honestidad y omnisciencia de Dios. La solución es explicada en la réplica a la quintilla humorística (**véase**) acerca de por qué el árbol continúa existiendo cuando no hay nadie que lo vea:

Estimado señor, su asombro resulta extraño:

Yo siempre estoy allí.

Y ése es el por qué el árbol

continuará existiendo,

observado por su Seguro Servidor, Dios.

El problema que entraña la solución religiosa fue enunciado por Mencken al escribir: «La teología es el esfuerzo por explicar lo incognoscible en términos de lo que no merece ser conocido». Para cualquiera que tenga una curiosidad intelectual persistente, las explicaciones religiosas no tienen valor de conocimiento porque apilan enigmas igual de desconcertantes sobre los problemas y enigmas de los que se partía. ¿Qué dio a Dios una mente, libre voluntad, conocimiento, certeza sobre el bien y el mal? ¿Cómo los infundió en un universo que parece seguir perfectamente las leyes de la física? ¿Cómo logró que las almas espirituales interactuasen con la materia sólida? Y lo más confuso de todo, si el mundo se despliega conforme a un plan sabio y misericordioso, ¿por qué contiene tanto sufrimiento? Tal como afirma un dicho yiddish, si Dios viviera en la tierra, la gente rompería las ventanas de su casa.

Los filósofos modernos han intentado tres soluciones. Una consiste en afirmar que las entidades misteriosas son una parte irreductible del universo, y esta solución se limita a dejar las cosas en este punto. El universo, concluiríamos, contiene espacio, tiempo, gravedad, electromagnetismo, fuerzas nucleares, materia, energía y *conciencia* (o voluntad, o egos, o ética, o significado, o todo ello). La respuesta a nuestra curiosidad acerca del *porqué* el universo tiene conciencia, se vería reducida a la expresión «déjalo correr, simplemente la tiene». Esta solución nos hace sentir engañados porque no se nos ha ofrecido ninguna intuición y porque sabemos que los detalles de la conciencia, la voluntad y el conocimiento están minuciosamente relacionados con la fisiología del cerebro. La teoría de la irreductibilidad se limita a hacer de ello una mera coincidencia.

Un segundo enfoque consiste en negar que se trate de un problema. En este caso todo sucede como si hubiéramos sido engañados por un pensamiento difuso o por modismos engañosos pero vacíos del lenguaje, como el pronombre Yo. Los enunciados acerca de la conciencia, la voluntad el ego y la ética no son verificables por vía de demostración matemática o pruebas empíricas, luego carecen de significado. Pero esta respuesta nos deja incrédulos, no nos aclara nada. Tal como Descartes observara, nuestra propia conciencia es la más indudable de las cosas que son. Es un dato a explicar y no puede definirse por la existencia mediante regulaciones acerca de qué estamos en condiciones de denominar significativo (por no decir nada de los enunciados éticos, como que «la esclavitud es un mal» o «el exterminio de los judíos fue una maldad»).

Un tercer enfoque consiste en domesticar el problema reduciéndolo a uno que *podamos* resolver. La conciencia es entonces actividad en la capa cuatro del córtex o en los contenidos de la memoria a corto plazo. La libre voluntad se halla en el surco cingulado anterior o en la subrutina ejecutiva. La moralidad es selección por parentesco y altruismo recíproco. Todas y cada una de las sugerencias de este estilo, en la medida en que son correctas, de hecho solucionan *un único* problema, pero es igualmente seguro que dejan sin resolver el principal. ¿Cómo la actividad en la capa cuatro del córtex causa mi sensación particular, desgarradora y fuerte de rojez? Puedo

imaginar una criatura cuya capa cuatro esté activa, pero que no tenga la sensación de rojo o la sensación de nada; ninguna ley biológica excluye a esa criatura. Ninguna explicación de los efectos causales del surco cingulado explica de qué modo las elecciones humanas no son causadas en absoluto, por tanto no hay algo de lo que podamos ser considerados responsables. Las teorías de la evolución del sentido moral explican por qué condenamos los actos malignos contra nosotros, nuestros parientes y conocidos, pero no explica la convicción, tan inamovible como nuestra intuición de los axiomas de la geometría, de que algunos actos son inherentemente malos, aun cuando sus efectos netos sean neutros o benéficos para el bienestar general.

Por mi parte, me siento inclinado a defender una solución diferente, planteada por McGinn y basada en especulaciones de Noam Chomsky del biólogo Gunther Stent y, antes de ellos, del filósofo británico David Hume. Tal vez los problemas filosóficos son difíciles no porque sean de esencia divina o irreductibles o absurdos o ciencia ordinaria, sino porque la mente del *Homo sapiens* carece del equipo cognitivo para resolverlos. Somos organismos, no ángeles, y nuestras mentes son órganos, no conductos por los que circule la verdad. Nuestra mente evolucionó por medio de selección natural para resolver problemas que eran asuntos de vida o muerte para nuestros antepasados, no para comulgar con la exactitud o para resolver cualquier pregunta que seamos capaces de plantear. No disponemos de diez mil palabras en la memoria a corto plazo. No vemos la luz ultravioleta. No podemos rotar mentalmente un objeto en la cuarta dimensión y, quizá, no podemos resolver enigmas como son la libre voluntad o la *sentiencia* o experiencia subjetiva^[49].

Por otro lado, podemos muy bien imaginar criaturas que cuentan con menos facultades cognitivas de las que nosotros tenemos: perros, a quienes nuestro lenguaje les suena a «bla-bla-bla-Ginger-bla-bla»; ratas que no aprenden a moverse en un laberinto donde la comida es suministrada por las palancas que llevan números primos; personas autistas que no pueden concebir la existencia de otras mentes; niños que no pueden entender de qué va todo el lío del sexo; pacientes neurológicos que ven todos los detalles de un rostro, pero no saben decir a quién pertenece; personas estereociegas que pueden entender un estereograma como un problema de geometría, pero no ven cómo salta la imagen cobrando profundidad. Si las personas que carecen de visión estereoscópica no fueran sagaces, podrían decir que la visión tridimensional es un milagro, o afirmar que simplemente es y no precisa de explicación alguna, o describirla como un tipo de truco.

En consecuencia, ¿por qué razón no habrá criaturas con más facultades cognitivas que las nuestras o con otras *diferentes*? Estas criaturas podrían captar fácilmente cómo surgen la conciencia y la libre voluntad de un cerebro y cómo se adecúan el significado y la moralidad en el universo, se divertirían con los equilibristas religiosos o filosóficos que hacemos para suplir ese nuestro estar en blanco cuando abordamos estos problemas. Podrían intentar explicarnos las soluciones, pero no comprenderíamos las explicaciones.

La hipótesis es casi perversamente indemostrable, aunque podría ser refutable si alguien en algún momento resolviera los seculares enigmas de la filosofía. Y hay razones indirectas para sospechar que la hipótesis es verdadera. Una es que las mejores mentes de la especie se han lanzado a resolver a lo largo de milenios estos misterios, pero no han logrado progresar en su solución. Otra razón indirecta es que tienen un carácter diferente a los problemas más desafiantes de la ciencia. Problemas tales como saber de qué modo un niño aprende el lenguaje, o cómo un óvulo fertilizado se convierte en un organismo, son a efectos prácticos horribles y puede que nunca sean resueltos por completo. Pero si no lo son, será por razones prácticas de tipo mundano. Los procesos causales están demasiado entretejidos o son caóticos, los fenómenos son demasiado confusos como para ser captados y analizados en el laboratorio, la matemática que les es propia se halla más allá de las capacidades de los ordenadores disponibles. Con todo, los científicos pueden imaginar los tipos de teorías que *serían* soluciones, correctas o equivocadas, susceptibles de ser puestas a prueba o no. La sentiencia y la voluntad, en cambio, son diferentes. Lejos de ser demasiado complejas, son exasperantemente simples: la conciencia y la elección son inherentes a una dimensión especial o coloración que de algún modo es añadida a los sucesos neurales sin confundirse con su maquinaria causal. El desafío no consiste en descubrir la explicación correcta de cómo es que sucede así, sino en imaginar una teoría que *podiera* explicar cómo sucede, una teoría que situara el fenómeno como efecto de cierta causa, una causa cualquiera.

Resulta fácil sacar conclusiones extravagantes e injustificadas a partir de la sugerencia de que nuestra mente carece del equipo para resolver los principales problemas de la filosofía. No equivale a decir que hay cierta paradoja de autorreferencia o de regresión al infinito en el intento que una mente hace por entenderse a sí misma. Ni los psicólogos ni los neurocientíficos estudian su propia mente, estudian la de alguien distinto. Tampoco implica cierta limitación de principio sobre la posibilidad de conocer por parte de un cognoscente cualquiera, como afirman el Principio de Incertidumbre o el teorema de Gödel. Se trata, en cambio, de una observación de un órgano de una especie, equivalente al hecho de observar que los gatos son ciegos al color o que los monos no pueden aprender a hacer divisiones largas. Con ello no se justifican las creencias místicas o religiosas, sino que se explica por qué este tipo de creencias son fútiles. Tampoco se pretende dejar en el paro a los filósofos, porque se dedican precisamente a clarificar los problemas, en ese muro de problemas saben extraer ladrillos que *pueden* ser resueltos, resolverlos ellos mismos o pasarlos para que los trate y resuelva la ciencia. La hipótesis no implica que hayamos divisado el final de la ciencia o que choquemos contra una barrera acerca de cuánto podremos llegar a saber sobre cómo funciona la mente. Los aspectos computacionales de la conciencia (qué información es disponible para qué procesos), el aspecto neurológico (qué se correlaciona en el cerebro con la conciencia) y el aspecto evolutivo (cuándo y por qué surgieron los aspectos neurocomputacionales)

son perfectamente tratables y no veo la razón por la cual no debamos esperar décadas de progresos y, finalmente, una comprensión completa, aun cuando nunca resolvamos los rompecabezas del cerebro como, por ejemplo, si el rojo que percibe el lector es el mismo que el rojo que yo percibo.

En matemáticas, se dice que la suma *clausura* los números enteros: la suma de dos enteros produce otro entero y nunca dará como resultado una fracción. Pero eso no significa que el conjunto de los números enteros sea finito. Los pensamientos humanamente pensables quedan clausurados por nuestras facultades cognitivas y puede que nunca abarquen las soluciones a los misterios que tiene planteados la filosofía. Pero el conjunto de los pensamientos pensables puede ser, no obstante, infinito.

¿La clausura cognitiva es una conclusión pesimista? ¡En absoluto! Encuentro que es estimuladora, un signo de gran progreso en nuestra comprensión de la mente. Y es, además, la última oportunidad de proseguir con la meta de este libro, a saber, hacer que el lector dé un paso fuera de su mente por un momento y vea sus pensamientos, sentimientos y sensaciones como invenciones magníficas del mundo natural, y no como el único modo en que las cosas pueden ser.

Ante todo, si la mente es un sistema de órganos diseñado por la selección natural, ¿por qué debiera esperarse de ella que comprendiera todos los misterios, captara todas las verdades? Debemos estar agradecidos de que los problemas de la ciencia sean lo bastante parecidos en estructura a los problemas de nuestros antepasados cazadores-recolectores como para que hayamos realizado los progresos que hemos hecho. Si no hubiera *nada*, nuestra comprensión sería errónea, tendríamos que poner en tela de juicio la cosmovisión que considera la mente como un producto de la naturaleza. La clausura cognitiva debe ser cierta si sabemos de lo que estamos hablando. Pero alguien aún podría pensar que la hipótesis era meramente una ensoñación, una posibilidad lógica cuyas expectativas de alcance no superarían los límites de las tertulias estudiantiles hasta altas horas de la madrugada. El intento hecho por McGinn de identificar los problemas humanamente irresolubles es, respecto a este modo de pensar, un avance.

Aún mejor, podemos vislumbrar *por qué* ciertos problemas se hallan más allá de nuestro conocimiento. Un tema recurrente en las páginas de este libro es que la mente debe su poder a sus habilidades sintácticas, compositivas, combinatorias (**capítulo 2**). Nuestras ideas complicadas se construyen a partir de otras más simples y el significado del todo se halla determinado por los significados de las partes y los significados de las relaciones que las conectan: parte de un todo, ejemplo de una categoría, cosa en un lugar, actor que ejerce una fuerza, causa de un efecto, mente que tiene una creencia. Estos enlaces lógicos y semejantes a leyes proporcionan los significados de las oraciones del habla cotidiana y, a través de analogías y metáforas, prestan sus estructuras a los contenidos esotéricos de la ciencia y la matemática, donde son ensambladas formando edificios teóricos cada vez mayores (véase

capítulo 5). Captamos la materia como moléculas, átomos y quarks; la vida como ADN, genes y un árbol de organismos; el cambio como posición, ímpetu y fuerza; las matemáticas como símbolos y operaciones. Todos son ensamblajes de elementos compuestos según leyes, en las cuales las propiedades del todo son predecibles a partir de las propiedades que tienen las partes y por el modo en que se combinan. Aun cuando los científicos intentan resolver continuos sin rupturas y procesos dinámicos, expresan sus teorías con palabras, ecuaciones y simulaciones por ordenador, medios combinatorios que se engranan con las operaciones que realiza la mente. Tenemos suerte de que las partes del mundo se comporten como interacciones conforme a leyes entre elementos más sencillos.

Pero en los problemas de la filosofía hay algo de peculiarmente holístico, algo como «en todas partes a la vez, en ningún sitio en absoluto y todo al mismo tiempo». La sentiencia no es una combinación de sucesos cerebrales o estados computacionales: cómo una neurona sensible al rojo da lugar a la sensación subjetiva de la rojez no es menos misterioso que saber cómo el conjunto del cerebro da lugar al flujo entero de la conciencia. El «yo» no es una combinación de partes corporales o estados cerebrales o fragmentos de información, sino una unidad de conciencia en el tiempo, un locus único que no se halla en ningún lugar en particular. La Ubre voluntad no es, por definición, una cadena causal de acontecimientos y estados. Si bien el aspecto combinatorio del significado ha sido resuelto (cómo las palabras o las ideas se combinan en los significados de las oraciones o las proposiciones), el núcleo del significado —el simple acto de referirse a algo— continúa siendo un enigma, porque extrañamente permanece aparte de cualquier conexión causal entre la cosa a que se refiere y la persona que la refiere. El conocimiento, además, arroja la paradoja de que los cognoscentes conocen cosas con las que nunca se han tropezado. Nuestra completa perplejidad acerca de los enigmas de la conciencia, el yo, la voluntad y el conocimiento puede que resulten de un desajuste entre la naturaleza misma de estos problemas y el aparato computacional con el que la selección natural nos ha dotado^[50].

Si estas conjeturas son correctas, nuestra psique nos obsequiaría con un último misterio. La cosa más innegable que hay, nuestra propia conciencia, quedaría por siempre más allá de nuestra comprensión conceptual. Pero si nuestra mente forma parte de la naturaleza, no sólo es de pensar que sea así, sino, incluso, de agradecer que así sea. El mundo natural evoca en nosotros el temor a través de los diseños especializados de sus criaturas y sus partes. No nos reímos de la torpeza de un águila en el suelo, ni nos preocupamos de que un ojo no sea capaz de oír, porque sabemos que un diseño supera un desafío sólo al transigir ante otros. Nuestro desconcierto ante los misterios seculares puede que sea el precio que pagamos por tener una mente combinatoria que abrió un mundo de palabras y oraciones, de teorías y ecuaciones, de poemas y melodías, de bromas y relatos, las cosas por las que vale la pena tener una mente.

BIBLIOGRAFÍA

- Adelson, E. H., & Pentland, A. P. 1996. The perception of shading and reflectance, en Knill, D. & Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*. New York: Cambridge University Press, 1996.
- Aiello, L. C. 1994. Thumbs up for our early ancestors. *Science*, 265, 1540–1541.
- Aiello, R. (Ed.) 1994. *Musical perceptions*. New York: Oxford University Press.
- Alexander, M., Stuss, M. P., & Benson, D. F. 1979. Capgras syndrome: A reduplicative phenomenon. *Neurology*, 29, 334–339.
- Alexander, R. D. 1987a. *The biology of moral systems*. Hawthorne, N. Y.: Aldine de Gruyter.
- Alexander, R. D. 1987b. Paper presented at the conference “The origin and dispersal of modern humans,” Corpus Christi College, Cambridge, England, March 22–26. Reported in *Science*, 236, 668–669.
- Alexander, R. D. 1990. How did humans evolve? Reflections on the uniquely unique species. Special Publication No. 1, Museum of Zoology, University of Michigan.
- Allen, W. 1983. *Without feathers*. New York: Ballantine.
- Allman, W. 1994. *The stone-age present: How evolution has shaped modern life*. New York: Simon & Schuster.
- Aloimonos, Y., & Rosenfeld, A. 1991. Computer vision. *Science*, 13, 1249–1254.
- Altman, I., & Ginat, J. 1996. *Polygynous families in contemporary society*. New York: Cambridge University Press.
- Anderson, A. 1992. The evolution of sexes. *Science*, 257, 324–326.
- Anderson, B. L., & Nakayama, K. 1994. Toward a general theory of stereopsis: Binocular matching, occluding contours, and fusion. *Psychological Review*, 101, 414–445.
- Anderson, J. R. 1983. *The architecture of cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. 1990. *The adaptive character of thought*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Anderson, J. R., & commentators. 1991. Is human cognition adaptive? *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 471–517.
- Anderson, J. R. 1993. *Rules of the mind*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Anderson, J. R., & Bower, G. H. 1973. *Human associative memory*. New York: Wiley.
- Armstrong, S. L., Gleitman, L. R., & Gleitman, H. 1983. What some concepts might not be. *Cognition*, 13, 263–308.
- Aronson, E. 1980. *The social animal*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Asimov, I. 1950. *I, robot*. New York: Bantam Books.

- Asimov, I., & Shulman, J. A. (Eds.) 1986. *Isaac Asimov's book of science and nature quotations*. New York: Weidenfeld & Nicolson.
- Atran, S. 1990. *The cognitive foundations of natural history*. New York: Cambridge University Press.
- Atran, S. 1995. Causal constraints on categories and categorical constraints on biological reasoning across cultures. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Attardo, S. 1994. *Linguistic theories of humor*. New York: Mouton de Gruyter.
- Attneave, F. 1968. Triangles as ambiguous figures. *American Journal of Psychology*, 81, 447–453.
- Attneave, F. 1972. Representation of physical space. In A. W. Melton & E. J. Martin (Eds.), *Processes in human memory*. Washington, D. C.: V. H. Winston.
- Attneave, F. 1981. Three approaches to perceptual organization: Comments on views of Hochberg, Shepard, & Shaw. In Kubovy & Pomerantz, 1981.
- Attneave, F. 1982. Prägnanz and soap bubble systems: A theoretical exploration. In Beck, 1982.
- Axelrod, R. 1984. *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.
- Axelrod, R., & Hamilton, W. D. 1981. The evolution of cooperation. *Science*, 211, 1390–1396.
- Ayala, F. J. 1995. The myth of Eve: Molecular biology and human origins. *Science*, 270, 1930–1936.
- Baars, B. 1988. *A cognitive theory of consciousness*. New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D. 1986. *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baillargeon, R. 1995. Physical reasoning in infancy. In Gazzaniga, 1995.
- Baillargeon, R., Kotovsky, L., & Needham, A. 1995. The acquisition of physical knowledge in infancy. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Baker, R. R., & Bellis, M. A. 1996. *Sperm competition: Copulation, masturbation, and infidelity*. London: Chapman & Hall.
- Barkow, J. H. 1992. Beneath new culture is old psychology: Gossip and social stratification. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Barkow, J. H., Cosmides, L., & Tooby, J. (Eds.) 1992. *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York: Oxford University Press.
- Baron-Cohen, S. 1995. *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. 1985. Does the autistic child have a theory of mind? *Cognition*, 21, 37–46.
- Bates, E., & MacWhinney, B. 1982. Functionalist approaches to grammar. In E. Wanner & L. R. Gleitman (Eds.), *Language acquisition: The state of the art*. New York: Cambridge University Press.

- Bates, E., & MacWhinney, B. 1992. Welcome to functionalism. In Pinker & Bloom, 1990.
- Baumeister, R. F., & Tice, D. M. 1984. Role of self-presentation and choice in cognitive dissonance under forced compliance: Necessary or sufficient causes? *Journal of Personality and Social Psychology*, 46, 5–13.
- Beck, J. (Ed.) 1982. *Organization and representation in perception*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Behrmann, M., Winocur, G., & Moscovitch, M. 1992. Dissociation between mental imagery and object recognition in a brain-damaged patient. *Nature*, 359, 636–637.
- Belew, R. K. 1990. Evolution, learning, and culture: Computational metaphors for adaptive algorithms. *Complex Systems*, 4, 11–49.
- Belew, R. K., McInerney, J., & Schraudolph, N. N. 1990. Evolving networks: Using the genetic algorithm with connectionist learning. In *Proceedings of the Second Artificial Life Conference*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Bell, Q. 1992. *On human finery*. London: Allison & Busby.
- Berg, G. 1991. Learning recursive phrase structure: Combining the strengths of PDP and X-bar syntax. *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence Workshop on Natural Language Learning*.
- Berkeley, G. 1713/1929. Three dialogues between Hylas and Philonous. In M. W. Calkins (Ed.), *Berkeley Selections*. New York: Scribner's.
- Berlin, B., Breedlove, D., & Raven, P. 1973. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist*, 87, 298–315.
- Bernstein, L. 1976. *The unanswered question: Six talks at Harvard*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Berra, T. M. 1990. *Evolution and the myth of creationism*. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Bettelheim, B. 1959. Joey: A mechanical boy. *Scientific American*, March. Reprinted in Atkinson, R. C. (Ed.), 1971, *Contemporary psychology*. San Francisco: Freeman.
- Betzig, L. 1986. *Despotism and differential reproduction*. Hawthorne, N. Y.: Aldine de Gruyter.
- Betzig, L. 1992. Medieval monogamy. In S. Mithen & H. Maschner (Eds.), *Darwinian approaches to the past*. New York: Plenum.
- Betzig, L., Borgerhoff Mulder, M., & Turke, P. (Eds.) 1988. *Human reproductive behavior: A Darwinian perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Biederman, I. 1995. Visual object recognition. In Kosslyn & Osherson, 1995.
- Birch, E. E. 1993. Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity. In Simons, 1993.
- Bisiach, E., & Luzzatti, C. 1978. Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14, 129–133.

- Bisson, T. 1991. They're made out of meat. From a series of stories entitled "Alien/Nation". *Omni*, April.
- Bizzi, E., & Mussa-Ivaldi, F. A. 1990. Muscle properties and the control of arm movements. In Osherson, Kosslyn, & Hollerbach, 1990.
- Block, N. 1978. Troubles with functionalism. In C. W. Savage (Ed.), *Perception and cognition: Issues in the foundations of psychology. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 9. Minneapolis: University of Minnesota.
- Block, N. (Ed.) 1981. *Imagery*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Block, N. 1986. Advertisement for a semantics for psychology. In P. Rench, T. Uehling, Jr., & H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Block, N., & commentators. 1995. On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 227–287.
- Bloom, P. 1996a. Possible individuals in language and cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 5, 90–94.
- Bloom, P. 1996b. Intention, history, and artifact concepts. *Cognition*, 60, 1–29.
- Bobick, A. 1987. *Natural object categorization*. MIT Artificial Intelligence Laboratory Technical Report 1001.
- Bonatti, L. 1995. Why should we abandon the mental logic hypothesis? *Cognition*, 50, 109–131.
- Boring, E. G. 1952. The Gibsonian visual field. *Psychological Review*, 59, 246–247.
- Bouchard, T. J., Jr. 1994. Genes, environment, and personality. *Science*, 264, 1700–1701.
- Bouchard, T. J., Jr., Lykken, D. T., McGue, M., Segal, N. L., & Tellegen, A. 1990. Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart. *Science*, 250, 223–228.
- Boulton, M. J., & Smith, P. K. 1992. The social nature of play fighting and play chasing: Mechanisms and strategies underlying cooperation and compromise. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Bowerman, M. 1983. Hidden meanings: The role of covert conceptual structures in children's development of language. In D. R. Rogers and J. A. Sloboda, (Eds.), *The acquisition of symbolic skills*. New York: Plenum.
- Boyd, R., & Richerson, P. 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago: University of Chicago Press.
- Boyd, R., & Silk, J. R. 1996. *How humans evolved*. New York: Norton.
- Boyer, P. 1994a. *The naturalness of religious ideas*. Berkeley: University of California Press.
- Boyer, P. 1994b. Cognitive constraints on cultural representations: Natural ontologies and religious ideas. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Brainard, D. H., & Wandell, B. A. 1986. Analysis of the retinex theory of color vision. *Journal of the Optical Society of America (A)*, 3, 1651–1661.

- Brainard, D. H., & Wandell, B. A. 1991. A bilinear model of the illuminant's effect on color appearance. In J. A. Movshon & M. S. Landy (Eds.), *Computational models of visual processing*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Braine, M. D. S. 1994. Mental logic and how to discover it. In Macnamara & Reyes, 1994.
- Bregman, A. S. 1990. *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bregman, A. S., & Pinker, S. 1978. Auditory streaming and the building of timbre. *Canadian Journal of Psychology*, 32, 19–31.
- Brickman, P., & Campbell, D. T. 1971. Hedonic relativism and planning the good society. In M. H. Appley (Ed.), *Adaptation-level theory: A symposium*. New York: Academic Press.
- Brockman, J. 1994. *The third culture: Beyond the scientific revolution*. New York: Simon & Schuster.
- Bronowski, J. 1973. *The ascent of man*. Boston: Little, Brown.
- Brooks, L. 1968. Spatial and verbal components in the act of recall. *Canadian Journal of Psychology*, 22, 349–368.
- Brown, A. L. 1990. Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive Science*, 14, 107–133.
- Brown, D. E. 1988. *Hierarchy, history, and human nature: The social origins of historical consciousness*. Tucson: University of Arizona Press.
- Brown, D. E. 1991. *Human universals*. New York: McGraw-Hill.
- Brown, R. 1985. *Social psychology: The second edition*. New York: Free Press.
- Brown, R., & Kulik, J. 1977. Flashbulb memories. *Cognition*, 5, 73–99.
- Brownmiller, S. 1975. *Against our will: Men, women, and rape*. New York: Fawcett Columbine.
- Bruce, V. 1988. *Recognizing faces*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Bülthoff, H. H., & Edelman, S. 1992. Psychophysical support for a two-dimensional view interpolation theory of object recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, 60–64.
- Buss, D. M. 1992a. Mate preference mechanisms: Consequences for partner choice and intrasexual competition. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Buss, D. M. 1992b. Human prestige criteria. Unpublished manuscript, Department of Psychology, University of Texas, Austin.
- Buss, D. M. 1994. *The evolution of desire*. New York: Basic Books.
- Buss, D. M. 1995. Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science. *Psychological Inquiry*, 6, 1–30.
- Buss, D. M., Larsen, R. J., & Westen, D. 1996. Sex differences in jealousy: Not gone, not forgotten, and not explained by alternative hypotheses. *Psychological Science*, 7, 373–375.

- Buss, D. M., Shackelford, T. K., Kirkpatrick, L. A., Choe, J., Hasegawa, T., Hasegawa, M., & Bennett, K. 1997. Jealousy and the nature of beliefs about infidelity: Tests of competing hypotheses about sex differences in the United States, Korea, and Japan. Unpublished manuscript, University of Texas, Austin.
- Buunk, B. P., Angleitner, A., Oubaid, V., & Buss, D. M. 1996. Sex differences in jealousy in evolutionary and cultural perspective: Tests from the Netherlands, Germany, and the United States. *Psychological Science*, 7, 359–363.
- Byrne, R. W., & Whiten, A. 1988. *Machiavellian intelligence*. New York: Oxford University Press.
- Cain, A. J. 1964. The perfection of animals. In J. D. McCarthy & C. L. Duddington (Eds.), *Viewpoints in Biology*, Vol. 3. London: Butterworth.
- Cairns, J., Overbaugh, J., & Miller, S. 1988. The origin of mutants. *Nature*, 335, 142–146.
- Campbell, D. T. 1975. On the conflicts between biological and social evolution and between psychology and moral tradition. *American Psychologist*, 30, 1103–1126.
- Carey, S. 1985. *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Carey, S. 1986. Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41, 1123–1130.
- Carey, S. 1995. On the origin of causal understanding. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Carey, S., & Spelke, E. 1994. Domain-specific knowledge and conceptual change. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Carroll, J. 1995. *Evolution and literary theory*. Columbia: University of Missouri Press.
- Carroll, L. 1895/1956. What the tortoise said to Achilles and other riddles. In J. R. Newman (Ed.), 1956, *The world of mathematics*, Vol. 4. New York: Simon & Schuster.
- Carroll, L. 1896/1977. *Symbolic logic*. In W. W. Bartley (Ed.), 1977, *Lewis Carroll's Symbolic Logic*. New York: Clarkson Potter.
- Cashdan, E. 1989. Hunters and gatherers: Economic behavior in bands. In S. Plattner (Ed.), *Economic anthropology*. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Cashdan, E. 1994. A sensitive period for learning about food. *Human Nature*, 5, 279–291.
- Cavalli-Sforza, L. L., Menozzi, P., & Piazza, A. 1993. Demic expansions and human evolution. *Science*, 259, 639–646.
- Cavalli-Sforza, L. L., & Feldman, M. W. 1981. *Cultural transmission and evolution: A quantitative approach*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Cave, K. R., Pinker, S., Giorgi, L., Thomas, C., Heller, L., Wolfe, J. M., & Lin, H. 1994. The representation of location in visual images. *Cognitive Psychology*, 26, 1–32.
- Cerf, C., & Navasky, V. 1984. *The experts speak*. New York: Pantheon.

- Chagnon, N. A. 1988. Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population. *Science*, 239, 985–992.
- Chagnon, N. A. 1992. *Yanomamö: The last days of Eden*. New York: Harcourt Brace.
- Chagnon, N. A. 1996. Chronic problems in understanding tribal violence and warfare. In G. Bock & J. Goode (Eds.), *The genetics of criminal and antisocial behavior*. New York: Wiley.
- Chalmers, D. J. 1990. Syntactic transformations on distributed representations. *Connection Science*, 2, 53–62.
- Chambers, D., & Reisberg, D. 1985. Can mental images be ambiguous? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 317–328.
- Changeux, J.-P., & Chavaille, J. (Eds.) 1995. *Origins of the human brain*. New York: Oxford University Press.
- Chapman, A. J., & Foot, H. C. (Eds.) 1977. *It's a funny thing, humor*. New York: Pergamon Press.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. 1973. Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55–81.
- Cheney, D., & Seyfarth, R. M. 1990. *How monkeys see the world*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cheng, P., & Holyoak, K. 1985. Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391–416.
- Cherniak, C. 1983. Rationality and the structure of memory. *Synthese*, 53, 163–186.
- Chomsky, N. 1959. A review of B. F. Skinner's "Verbal behavior". *Language*, 35, 26–58.
- Chomsky, N. 1975. *Reflections on language*. New York: Pantheon.
- Chomsky, N. 1988. *Language and problems of knowledge: The Managua lectures*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Chomsky, N. 1991. Linguistics and cognitive science: Problems and mysteries. In A. Kasher (Ed.), *The Chomskyan turn*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Chomsky, N. 1992. Explaining language use. *Philosophical Topics*, 20, 205–231.
- Chomsky, N. 1993. *Language and thought*. Wakefield, R. I., and London: Moyer Bell.
- Christopher, T. 1995. In defense of the embattled American lawn. *New York Times*, July 23, The Week in Review, p. 3.
- Churchland, P., & Churchland, P. S. 1994. Could a machine think? In Dietrich, 1994.
- Churchland, P. S., & Sejnowski, T. J. 1992. *The computational brain*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Clark, R. D., & Hatfield, E. 1989. Gender differences in receptivity to sexual offers. *Journal of Psychology and Human Sexuality*, 2, 39–55.
- Clynes, M., & Walker, J. 1982. Neurobiological functions of rhythm, time, and pulse in music. In M. Clynes (Ed.), *Music, mind, and brain: The neuropsychology of music*. New York: Plenum.

- Cole, M., Gay, J., Glick, J., & Sharp, D. W. 1971. *The cultural context of learning and thinking*. New York: Basic Books.
- Cooke, D. 1959. *The language of music*. New York: Oxford University Press.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. 1973. Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Coppens, Y. 1995. Brain, locomotion, diet, and culture: How a primate, by chance, became a man. In Changeux & Chavillon, 1995.
- Corballis, M. C. 1988. Recognition of disoriented shapes. *Psychological Review*, 95, 115–123.
- Corballis, M. C., & Beale, I. L. 1976. *The psychology of left and right*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Cormack, L. K., Stevenson, S. B., & Schor, C. M. 1993. Disparity-tuned channels of the human visual system. *Visual Neuroscience*, 10, 585–596.
- Cosmides, L. 1985. Deduction or Darwinian algorithms? An explanation of the “elusive” content effect on the Wason selection task. Ph. D. dissertation, Department of Psychology, Harvard University.
- Cosmides, L. 1989. The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition*, 31, 187–276.
- Cosmides, L., & Tooby, J. 1981. Cytoplasmic inheritance and intragenomic conflict. *Journal of Theoretical Biology*, 89, 83–129.
- Cosmides, L., & Tooby, J. 1992. Cognitive adaptations for social exchange. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Cosmides, L., & Tooby, J. 1994. Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionarily rigorous cognitive science. *Cognition*, 50, 41–77.
- Cosmides, L., & Tooby, J. 1996. Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*, 58, 1–73.
- Cosmides, L., Tooby, J., & Barkow, J. 1992. Environmental aesthetics. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Cramer, K. S., & Sur, M. 1995. Activity-dependent remodeling of connections in the mammalian visual system. *Current Opinion in Neurobiology*, 5, 106–111.
- Craver-Lemley, C., & Reeves, A. 1992. How visual imagery interferes with vision. *Psychological Review*, 98, 633–649.
- Crevier, D. 1993. *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*. New York: Basic Books.
- Crick, F. 1994. *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*. New York: Simon & Schuster.
- Crick, F., & Koch, C. 1995. Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature*, 375, 121–123.
- Cronin, H., 1992. *The ant and the peacock*. New York: Cambridge University Press.

- Cummins, R. 1984. Functional analysis. In Sober, 1984a.
- Daly, M. 1982. Some caveats about cultural transmission models. *Human Ecology*, 10, 401–408.
- Daly, M., & Wilson, M. 1988. *Homicide*. Hawthorne, N. Y.: Aldine de Gruyter.
- Daly, M., & Wilson, M. 1994. Evolutionary psychology of male violence. In J. Archer (Ed.), *Male violence*. London: Routledge.
- Daly, M., & Wilson, M. 1995. Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems. In Gazzaniga, 1995.
- Daly, M., Salmon, C., & Wilson, M. In press. Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships. In D. Kenrick & J. Simpson (Eds.), *Evolutionary social psychology*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Damasio, A. R. 1994. *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam.
- Darwin, C. 1859/1964. *On the origin of species*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Darwin, C. 1872/1965. *The expression of the emotions in man and animals*. Chicago: University of Chicago Press.
- Darwin, C. 1874. *The descent of man, and selection in relation to sex*. 2d ed. New York: Hurst & Company.
- Davey, G. C. L., & commentators. 1995. Preparedness and phobias: Specific evolved associations or a generalized expectancy bias? *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 289–325.
- Davies, P. 1995. *Are we alone? Implications of the discovery of extraterrestrial life*. New York: Basic.
- Dawkins, R. 1976/1989. *The selfish gene*. New edition. New York: Oxford University Press.
- Dawkins, R. 1982. *The extended phenotype*. New York: Oxford University Press.
- Dawkins, R. 1983. Universal Darwinism. In D. S. Bendall (Ed.), *Evolution from molecules to man*. New York: Cambridge University Press.
- Dawkins, R. 1986. *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*. New York: Norton.
- Dawkins, R. 1995. *River out of Eden: A Darwinian view of life*. New York: Basic Books.
- de Jong, G. F., & Mooney, R. J. 1986. Explanation-based learning: An alternative view. *Machine Learning*, 1, 145–176.
- Deacon, T. 1992a. Primate brains and senses. In Jones, Martin, & Pilbeam.
- Deacon, T. 1992b. The human brain. In Jones, Martin, & Pilbeam.
- Dehaene, S. (Ed.) 1992. *Numerical cognition*. Special issue of *Cognition*, 44. Reprinted, Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Denfeld, R. 1995. *The new Victorians: A young woman's challenge to the old feminist order*. New York: Warner Books.

- Denis, M., Engelkamp, J., & Richardson, J. T. E. (Eds.) 1988. *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*. Amsterdam, Netherlands: Martinus Nijhoff.
- Dennett, D. C. 1978a. *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*. Cambridge, Mass.: Bradford Books/MIT Press.
- Dennett, D. C. 1978b. Intentional systems. In Dennett, 1978a.
- Dennett, D. C. 1978c. Skinner skinned. In Dennett, 1978a.
- Dennett, D. C. 1978d. Artificial intelligence as philosophy and as psychology. In Dennett, 1978a.
- Dennett, D. C. 1984. *Elbow room: The varieties of free will worth wanting*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Dennett, D. C. 1987. Cognitive wheels: The frame problem of AI. In Pylyshyn, 1987.
- Dennett, D. C. 1990. The interpretation of texts, people, and other artifacts. *Philosophy and Phenomenological Research*, 50, 177–194.
- Dennett, D. C. 1991. *Consciousness explained*. Boston: Little, Brown.
- Dennett, D. C. 1995. *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*. New York: Simon & Schuster.
- Dershowitz, A. M. 1994. *The abuse excuse*. Boston: Little, Brown.
- DeSteno, D. A., & Salovey, P. 1996. Evolutionary origins of sex differences in jealousy? Questioning the “fitness” of the model. *Psychological Science*, 7, 367–372, 376–377.
- Diamond, J. 1992. *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*. New York: HarperCollins.
- Dickinson, S. J., Pentland, A. P., & Rosenfeld, A. 1992. 3-D shape recovery using distributed aspect matching. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14, 174–198.
- Dietrich, E. (Ed.) 1994. *Thinking computers and virtual persons: Essays on the intentionality of machines*. Boston: Academic Press.
- Dobash, R. P., Dobash, R. E., Wilson, M., & Daly, M. 1992. The myth of sexual symmetry in marital violence. *Social Problems*, 39, 71–91.
- Drake, F. 1993. Extraterrestrial intelligence (letter). *Science*, 260, 474–475.
- Dretske, F. I. 1981. *Knowledge and the flow of information*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Dreyfus, H. 1979. *What computers can't do*. 2d ed. New York: Harper & Row.
- Dunbar, R. I. M. 1992. Primate social organization: Mating and parental care. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Duncan, J. 1995. Attention, intelligence, and the frontal lobes. In Gazzaniga, 1995.
- Dunphy, D. 1963. The social structure of early adolescent peer groups. *Sociometry*, 26, 230–246.
- Durham, W. H. 1982. Interactions of genetic and cultural evolution: Models and examples. *Human Ecology*, 10, 299–334.

- Eagly, A. H. 1995. The science and politics of comparing women and men. *American Psychologist*, 50, 145–158.
- Eibl-Eibesfeldt, I. 1989. *Human ethology*. Hawthorne, N. Y.: Aldine de Gruyter.
- Ekman, P. 1987. A life's pursuit. In T. A. Sebeok & J. Umiker-Sebeok (Eds.), 1987, *The semiotic web 86: An international yearbook*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Ekman, P. 1993. Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48, 384–392.
- Ekman, P. 1994. Strong evidence for universals in facial expression: A reply to Russell's mistaken critique. *Psychological Bulletin*, 115, 268–287.
- Ekman, P., & Davidson, R. J. (Eds.) 1994. *The nature of emotion*. New York: Oxford University Press.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. 1975. *Unmasking the face*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Ellis, B. J. 1992. The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Elman, J. L. 1990. Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14, 179–211.
- Endler, J. A. 1986. *Natural selection in the wild*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Epstein, D. 1994. *Shaping time: Music, the brain, and performance*. New York: Schirmer.
- Etcoff, N. L. 1986. The neuropsychology of emotional expression. In G. Goldstein & R. E. Tarter (Eds.), *Advances in Clinical Neuropsychology*, Vol. 3. New York: Plenum.
- Etcoff, N. L. 1998. *Beauty*. New York: Doubleday.
- Etcoff, N. L., Freeman, R., & Cave, K. R. 1991. Can we lose memories of faces? Content specificity and awareness in a prosopagnosic. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 25–41.
- Eyer, D. 1996. *Motherguilt: How our culture blames mothers for what's wrong with society*. New York: Times Books.
- Farah, M. J. 1989. Mechanisms of imagery-perception interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 203–211.
- Farah, M. J. 1990. *Visual agnosia*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Farah, M. J. 1995. Dissociable systems for recognition: A cognitive neuropsychology approach. In Kosslyn & Osherson, 1995.
- Farah, M. J., Soso, M. J., & Dasheiff, R. M. 1992. Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 241–246.
- Fehling, M. R., Baars, B. J., & Fisher, C. 1990. A functional role for repression in an autonomous, resource-constrained agent. *Proceedings of the Twelfth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

- Feldman, J., & Ballard, D. 1982. Connectionist models and their properties. *Cognitive Science*, 6, 205–254.
- Fernald, A. 1992. Human maternal vocalizations to infants as biologically relevant signals: An evolutionary perspective. In Barkow, Cosmides, & Tooby.
- Festinger, L. 1957. *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Fiedler, K. 1988. The dependence of the conjunction fallacy on subtle linguistic factors. *Psychological Research*, 50, 123–129.
- Field, H. 1977. Logic, meaning and conceptual role. *Journal of Philosophy*, 69, 379–408.
- Finke, R. A. 1989. *Principles of mental imagery*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Finke, R. A. 1990. *Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Finke, R. A., Pinker, S., & Farah, M. J. 1989. Reinterpreting visual patterns in mental imagery. *Cognitive Science*, 13, 51–78.
- Fischman, J. 1994. Putting our oldest ancestors in their proper place. *Science*, 265, 2011–2012.
- Fisher, H. E. 1992. *Anatomy of love: The natural history of monogamy, adultery, and divorce*. New York: Norton.
- Fiske, A. P. 1992. The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations. *Psychological Review*, 99, 689–723.
- Fodor, J. A. 1968a. *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of psychology*. New York: Random House, 1968.
- Fodor, J. A. 1968b. The appeal to tacit knowledge in psychological explanation. *Journal of Philosophy*, 65, 627–640.
- Fodor, J. A. 1975. *The language of thought*. New York: Crowell.
- Fodor, J. A. 1981. The present status of the innateness controversy. In J. A. Fodor, *Representations*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fodor, J. A. 1983. *The modularity of mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fodor, J. A., & commentators. 1985. Précis and multiple book review of “The modularity of mind”. *Behavioral and Brain Sciences*, 8, 1–42.
- Fodor, J. A. 1986. Why paramecia don’t have mental representations. In P. Rench, T. Uehling, Jr., & H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Fodor, J. A. 1994. *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fodor, J. A., & McClaughlin, B. 1990. Connectionism and the problem of systematicity: Why Smolensky’s solution doesn’t work. *Cognition*, 35, 183–204.
- Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. 1988. Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis. *Cognition*, 28, 3–71. Reprinted in Pinker & Mehler, 1988.

- Fox, R. 1984. *Kinship and marriage: An anthropological perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Frank, R. H. 1985. *Choosing the right pond: Human behavior and the quest for status*. New York: Oxford University Press.
- Frank, R. H. 1988. *Passions within reason: The strategic role of the emotions*. New York: Norton.
- Freeman, D. 1983. *Margaret Mead and Samoa: The making and unmaking of an anthropological myth*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Freeman, D. 1992. Paradigms in collision. *Academic Questions*, 5, 23–33.
- Freeman, R. D., & Ohzawa, I. 1992. Development of binocular vision in the kitten's striate cortex. *Journal of Neuroscience*, 12, 4721–4736.
- French, M. 1994. *Invention and evolution: Design in nature and engineering*. 2d ed. New York: Cambridge University Press.
- French, R. E. 1987. *The geometry of vision and the mind-body problem*. New York: Peter Lang.
- Freyd, J. J., & Finke, R. A. 1984. Facilitation of length discrimination using real and imagined context frames. *American Journal of Psychology*, 97, 323–341.
- Fridlund, A. 1991. Evolution and facial action in reflex, social motive, and paralanguage. *Biological Psychology*, 32, 3–100.
- Fridlund, A. 1992. Darwin's anti-Darwinism in "The expression of the emotions in man and animals". In K. T. Strongman (Ed.), *International Review of Studies of Emotion*, Vol. 2. New York: Wiley.
- Fridlund, A. 1995. *Human facial expression: An evolutionary view*. New York: Academic Press.
- Frieze, I. H., Olson, J. E., & Good, D. C. 1990. Perceived and actual discrimination in the salaries of male and female managers. *Journal of Applied Social Psychology*, 20, 46–67.
- Frith, U. 1995. Autism: Beyond "theory of mind". *Cognition*, 50, 13–30.
- Funt, B. V. 1980. Problem-solving with diagrammatic representations. *Artificial Intelligence*, 13, 210–230.
- Gallistel, C. R. 1990. *The organization of learning*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Gallistel, C. R. 1995. The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations. In Gazzaniga, 1995.
- Gallup, G. G., Jr. 1991. Toward a comparative psychology of self-awareness: Species limitations and cognitive consequences. In G. R. Goethals & J. Strauss (Eds.), *The self: An interdisciplinary approach*. New York: Springer-Verlag.
- Gardner, H. 1985. *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books.
- Gardner, M. 1989. Illusions of the third dimension. In M. Gardner, *Gardner's whys and wherefores*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gardner, M. 1990. *The new ambidextrous universe*. New York: W. H. Freeman.

- Gardner, M. 1991. Flatlands. In M. Gardner, *The unexpected hanging and other mathematical diversions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gaulin, S. J. C. 1995. Does evolutionary theory predict sex differences in the brain? In Gazzaniga, 1995.
- Gazzaniga, M. S. 1992. *Nature's mind: The biological roots of thinking, emotion, sexuality, language, and intelligence*. New York: Basic Books.
- Gazzaniga, M. S. (Ed.) 1995. *The cognitive neurosciences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Geary, D. C. 1994. *Children's mathematical development*. Washington, D. C.: American Psychological Association.
- Geary, D. C. 1995. Reflections on evolution and culture in children's cognition. *American Psychologist*, 50, 24–37.
- Gell-Mann, M. 1994. *The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex*. New York: W. H. Freeman.
- Gelman, R., Durgin, F., & Kaufman, L. 1995. Distinguishing between animates and inanimates: Not by motion alone. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. 1978. *The child's understanding of number*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Gelman, S. A., Coley, J. D., & Gottfried, G. M. 1994. Essentialist beliefs in children: The acquisition of concepts and theories. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Gelman, S. A., & Markman, E. 1987. Young children's inductions from natural kinds: The role of categories and appearances. *Child Development*, 58, 1532–1540.
- Gergely, G., Nádasdy, Z., Csibra, G., & Bíró, S. 1995. Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56, 165–193.
- Gibbons, A. 1994. African origins theory goes nuclear. *Science*, 264, 350–351.
- Gibbons, A. 1995a. Out of Africa—at last? *Science*, 267, 1272–1273.
- Gibbons, A. 1995b. The mystery of humanity's missing mutations. *Science*, 267, 35–36.
- Gibbons, A. 1995c. Pleistocene population explosions. *Science*, 267, 27–28.
- Gibson, J. J. 1950. *The perception of the visual world*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. 1952. The visual field and the visual world: A reply to Professor Boring. *Psychological Review*, 59, 149–151.
- Gigerenzer, G. 1991. How to make cognitive illusions disappear: Beyond heuristics and biases. *European Review of Social Psychology*, 2, 83–115.
- Gigerenzer, G. 1996a. On narrow norms and vague heuristics: A reply to Kahneman and Tversky 1996. *Psychological Review*, 103, 592–596.
- Gigerenzer, G. 1996b. The psychology of good judgment: Frequency formats and simple algorithms. *Journal of Medical Decision Making*, 16, 273–280.
- Gigerenzer, G. 1997. Ecological intelligence: An adaptation for frequencies. In D. Cummins & C. Allen (Eds.), *The evolution of mind*. New York: Oxford University Press.

- Gigerenzer, G., & Hoffrage, U. 1995. How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684–704.
- Gigerenzer, G., & Hug, K. 1992. Domain specific reasoning: Social contracts, cheating and perspective change. *Cognition*, 43, 127–171.
- Gigerenzer, G., & Murray, D. J. 1987. *Cognition as intuitive statistics*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Gigerenzer, G., Swijtink, Z., Porter, T., Daston, L., Beatty, J., & Krüger, L. 1989. *The empire of chance: How probability changed science and everyday life*. New York: Cambridge University Press.
- Giles, C. L., Sun, G. Z., Chen, H. H., Lee, Y. C., & Chen, D. 1990. Higher order recurrent networks and grammatical inference. In D. S. Touretzky (Ed.), *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2. San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann.
- Gilovich, T. 1991. *How we know what isn't so: The fallibility of human reason in everyday life*. New York: Free Press.
- Glander, K. E. 1992. Selecting and processing food. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Glasgow, J., & Papadias, D. 1992. Computational imagery. *Cognitive Science*, 16, 355–394.
- Gombrich, E. 1960. *Art and illusion: A study in the psychology of pictorial representation*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Good, I. J. 1995. When batterer turns murderer. *Nature*, 375, 541.
- Goodman, N. 1976. *Languages of art: An approach to a theory of symbols*. Indianapolis: Hackett.
- Gopnik, A. 1993. Mindblindness. Unpublished manuscript, University of California, Berkeley.
- Gopnik, A., & Wellman, H. M. 1994. The theory theory. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Gordon, M. 1996. What makes a woman a woman? (Review of E. Fox-Genovese's "Feminism is not the story of my life"). *New York Times Book Review*, January 14, p. 9.
- Gould, J. L. 1982. *Ethology*. New York: Norton.
- Gould, S. J., & Vrba, E. 1981. Exaptation: A missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8, 4–15.
- Gould, S. J. 1980a. *The panda's thumb*. New York: Norton.
- Gould, S. J. 1980b. Caring groups and selfish genes. In Gould, 1980a.
- Gould, S. J. 1980c. Natural selection and the human brain: Darwin vs. Wallace. In Gould, 1980a.
- Gould, S. J. 1980d. A biological homage to Mickey Mouse. In Gould, 1980a.
- Gould, S. J. 1983a. *Hens'teeth and horses'toes*. New York: Norton.

- Gould, S. J. 1983b. What happens to bodies if genes act for themselves? In Gould, 1983a.
- Gould, S. J. 1983c. What, if anything, is a zebra? In Gould, 1983a.
- Gould, S. J. 1987. *An urchin in the storm: Essays about books and ideas*. New York: Norton.
- Gould, S. J. 1989. *Wonderful life: The Burgess Shale and the nature of history*. New York: Norton.
- Gould, S. J. 1992. The confusion over evolution. *New York Review of Books*, November 19.
- Gould, S. J. 1993. *Eight little piggies*. New York: Norton.
- Gould, S. J. 1996. *Full house: The spread of excellence from Plato to Darwin*. New York: Harmony Books.
- Gould, S. J., & Lewontin, R. C. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian program: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, 281–288.
- Greenwald, A. 1988. Self-knowledge and self-deception. In Lockard & Paulhaus, 1988.
- Gregory, R. L. 1970. *The intelligent eye*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Griffin, D. R. (Ed.) 1974. *Animal engineering*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Grossberg, S. (Ed.) 1988. *Neural networks and natural intelligence*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Gruber, J. 1965. Studies in lexical relations. Ph. D. dissertation, MIT. Reprinted, 1976, as *Lexical structures in syntax and semantics*. Amsterdam: North-Holland.
- Gutin, J. 1995. Do Kenya tools root birth of modern thought in Africa? *Science*, 270, 1118–1119.
- Hadley, R. F. 1994a. Systematicity in connectionist language learning. *Mind and Language*, 9, 247–272.
- Hadley, R. F. 1994b. Systematicity revisited: Reply to Christiansen and Chater and Niklasson and Van Gelder. *Mind and Language*, 9, 431–444.
- Hadley, R. F., & Hayward, M. 1994. Strong semantic systematicity from unsupervised connectionist learning. Technical Report CSS-IS TR94–02, School of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, BC.
- Haig, D. 1992. Genetic imprinting and the theory of parent-offspring conflict. *Developmental Biology*, 3, 153–160.
- Haig, D. 1993. Genetic conflicts in human pregnancy. *Quarterly Review of Biology*, 68, 495–532.
- Hamer, D., & Copeland, P. 1994. *The science of desire: The search for the gay gene and the biology of behavior*. New York: Simon & Schuster.
- Hamilton, W. D. 1963. The evolution of altruistic behavior. *American Naturalist*, 97, 354–356. Reprinted in Hamilton, 1996.

- Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behaviour (I and II). *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1–16; 17–52. Reprinted in Hamilton, 1996.
- Hamilton, W. D. 1996. *Narrow roads of gene land: The collected papers of W. D. Hamilton*, Vol. 1: *Evolution of social behavior*. New York: W. H. Freeman.
- Hamilton, W. D., Axelrod, R., & Tanese, R. 1990. Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites (a review). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87, 3566–3573.
- Harpending, H. 1994. Gene frequencies, DNA sequences, and human origins. *Perspectives in Biology and Medicine*, 37, 384–395.
- Harris, C. R., & Christenfeld, N. 1996. Gender, jealousy, and reason. *Psychological Science*, 7, 364–366, 378–379.
- Harris, D. R. 1992. Human diet and subsistence. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Harris, H. Y. 1995. Human nature and the nature of romantic love. Ph. D. dissertation, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara.
- Harris, J. R. 1995. Where is the child's environment? A group socialization theory of development. *Psychological Review*, 102, 458–489.
- Harris, M. 1985. *Good to eat: Riddles of food and culture*. New York: Simon & Schuster.
- Harris, M. 1989. *Our kind: The evolution of human life and culture*. New York: Harper-Collins.
- Harris, P. L. 1994. Thinking by children and scientists: False analogies and neglected similarities. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Hartung, J. 1992. Getting real about rape. *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 390–392.
- Hartung, J. 1995. Love thy neighbor: The evolution of in-group morality. *Skeptic*, 3, 86–100.
- Hatano, G., & Inagaki, K. 1995. Young children's naive theory of biology. *Cognition*, 50, 153–170.
- Hatfield, E., & Rapson, R. L. 1993. *Love, sex, and intimacy: Their psychology, biology, and history*. New York: HarperCollins.
- Haugeland, J. (Ed.) 1981a. *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*. Cambridge, Mass.: Bradford Books/MIT Press.
- Haugeland, J. 1981b. Semantic engines: An introduction to mind design. In Haugeland, 1981a.
- Haugeland, J. 1981c. The nature and plausibility of cognitivism. In Haugeland, 1981a.
- Hauser, M. D. 1992. Costs of deception: Cheaters are punished in rhesus monkeys. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 89, 12137–12139.
- Hauser, M. D. 1996. *The evolution of communication*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hauser, M. D., Kralik, J., Botto-Mahan, C., Garrett, M., & Oser, J. 1995. Self-recognition in primates: Phylogeny and the salience of species-typical

- features. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 92, 10811–10814.
- Hauser, M. D., MacNeilage, P., & Ware, M. 1996. Numerical representations in primates: Perceptual or arithmetic? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93, 1514–1517.
- Hebb, D. O. 1968. Concerning imagery. *Psychological Review*, 75, 466–477.
- Heider, F., & Simmel, M. 1944. An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, 57, 243–259.
- Held, R. 1993. Two stages in the development of binocular vision and eye alignment. In Simons, 1993.
- Hendler, J. 1994. High-performance artificial intelligence. *Science*, 265, 891–892.
- Hertwig, R., & Gigerenzer, G. 1997. The “conjunction fallacy” revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors. Unpublished manuscript, Max Planck Institute for Psychological Research, Munich.
- Hess, R. H., Baker, C. L., & Zihl, J. 1989. The “motion-blind” patient: Low level spatial and temporal filters. *Journal of Neuroscience*, 9, 1628–1640.
- Hill, K., & Kaplan, H. 1988. Tradeoffs in male and female reproductive strategies among the Ache (parts 1 and 2). In Betzig, Borgerhoff Mulder, & Turke, 1988.
- Hillis, A. E., & Caramazza, A. 1991. Category-specific naming and comprehension impairment: A double dissociation. *Brain*, 114, 2081–2094.
- Hinton, G. E. 1981. Implementing semantic networks in parallel hardware. In Hinton and Anderson, 1981. Hinton, G. E., & Anderson, J. A. 1981. *Parallel models of associative memory*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Hinton, G. E., & Nowlan, S. J. 1987. How learning can guide evolution. *Complex Systems*, 1, 495–502.
- Hinton, G. E., McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. 1986. Distributed representations. In Rumelhart, McClelland, & the PDP Research Group, 1986.
- Hinton, G. E., & Parsons, L. M. 1981. Frames of reference and mental imagery. In J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Hirschfeld, L. A., & Gelman, S. A. (Eds.) 1994a. *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York: Cambridge University Press.
- Hirschfeld, L. A., & Gelman, S. A. 1994b. Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Hirshleifer, J. 1987. On the emotions as guarantors of threats and promises. In J. Dupré (Ed.), *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hobbs, J. R. 1990. *Literature and cognition*. Stanford, Calif.: Center for the Study of Language and Information.
- Hoffman, D. D. 1983. The interpretation of visual illusions. *Scientific American*, December.

- Hoffman, D. D., & Richards, W. A. 1984. Parts of recognition. *Cognition*, 18, 65–96. Reprinted in Pinker, 1984b.
- Hollerbach, J. M. 1990. Planning of arm movements. In Osherson, Kosslyn, & Hollerbach, 1990.
- Holloway, R. L. 1995. Toward a synthetic theory of human brain evolution. In Changeux & Chavailleon, 1995.
- Horgan, J. 1993. Eugenics revisited. *Scientific American*, June.
- Horgan, J. 1995a. The new Social Darwinists. *Scientific American*, October.
- Horgan, J. 1995b. A theory of almost everything (Review of books by J. Holland, S. Kauffman, P. Davies, P. Coveney, and R. Highfield). *New York Times Book Review*, October 1, pp. 30–31.
- Hrdy, S. B. 1981. *The woman that never evolved*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Hrdy, S. B. 1994. Interview. In T. A. Bass, *Reinventing the future: Conversations with the world's leading scientists*. Reading, Mass.: Addison Wesley.
- Hubel, D. H. 1988. *Eye, brain, and vision*. New York: Scientific American.
- Hume, D. 1748/1955. *Inquiry concerning human understanding*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Humphrey, N. K. 1976. The social function of the intellect. In P. P. G. Bateson & R. A. Hinde (Eds.), *Growing points in ethology*. New York: Cambridge University Press.
- Humphrey, N. K. 1992. *A history of the mind: Evolution and the birth of consciousness*. New York: Simon & Schuster.
- Hurst, L., & Hamilton, W. D. 1992. Cytoplasmic fusion and the nature of the sexes. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 247, 189–194.
- Hyman, I. E., & Neisser, U. 1991. Reconstruing mental images: Problems of method. *Emory Cognition Project Technical Report Number 19*. Atlanta: Emory University.
- Ioerger, T. R. 1994. The manipulation of images to handle indeterminacy in spatial reasoning. *Cognitive Science*, 18, 551–593.
- Ittelson, W. H. 1968. *The Ames demonstrations in perception*. New York: Hafner.
- Jackendoff, R. 1977. Review of Leonard Bernstein's "The unanswered question". *Language*, 53, 883–894.
- Jackendoff, R. 1983. *Semantics and cognition*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jackendoff, R. 1987. *Consciousness and the computational mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jackendoff, R. 1990. *Semantic structures*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jackendoff, R. 1992. Musical parsing and musical affect. In R. Jackendoff, *Languages of the mind: Essays on mental representation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jackendoff, R. 1994. *Patterns in the mind: Language and human nature*. New York: Basic Books.

- Jackendoff, R., & Aaron, D. 1991. Review of Lakoff & Turner's "More than cool reason: A field guide to poetic metaphor". *Language*, 67, 320–339.
- Jagannathan, V, Dodhiawala, R., & Baum, L. S. (Eds.) 1989. *Blackboard architectures and applications*. New York: Academic Press.
- James, W. 1890/1950. *The principles of psychology*. New York: Dover.
- James, W. 1892/1920. *Psychology: Briefer course*. New York: Henry Holt.
- Jaynes, J. 1976. *The origin of consciousness in the breakdown of the bicameral mind*. Boston: Houghton Mifflin.
- Jepson, A., Richards, W., & Knill, D. 1996. Modal structure and reliable inference. In Knill & Richards, 1996.
- Johnson, M. K., & Raye, C. L. 1981. Reality monitoring. *Psychological Review*, 88, 67–85.
- Johnson-Laird, P. 1988. *The computer and the mind*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Jolicoeur, P., Ullman, S., & MacKay, M. 1991. Visual curve tracing properties. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 997–1022.
- Jones, S. 1992. The evolutionary future of humankind. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Jones, S., Martin, R., & Pilbeam, D. (Eds.) 1992. *The Cambridge encyclopedia of human evolution*. New York: Cambridge University Press.
- Jordan, M. I. 1989. Serial order: A parallel distributed processing approach. In J. L. Elman & D. E. Rumelhart (Eds.), *Advances in connectionist theory*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Julesz, B. 1960. Binocular depth perception of computer-generated patterns. *Bell System Technical Journal*, 39, 1125–1162.
- Julesz, B. 1971. *Foundations of cyclopean perception*. Chicago: University of Chicago Press.
- Julesz, B. 1995. *Dialogues on perception*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kahneman, D., & Tversky, A. 1982. On the study of statistical intuitions. *Cognition*, 11, 123–141.
- Kahneman, D., & Tversky, A. 1984. Choices, values, and frames. *American Psychologist*, 39, 341–350.
- Kahneman, D., & Tversky, A. 1996. On the reality of cognitive illusions: A reply to Gigerenzer's critique. *Psychological Review*, 103, 582–591.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (Eds.) 1982. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. New York: Cambridge University Press.
- Kaplan, H., Hill, K., & Hurtado, A. M. 1990. Risk, foraging, and food sharing among the Ache. In E. Cashdan (Ed.), *Risk and uncertainty in tribal and peasant economies*. Boulder, Colo.: Westview Press.

- Kaplan, S. 1992. Environmental preference in a knowledge-seeking, knowledge-using organism. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Katz, J. N. 1995. *The invention of homosexuality*. New York: Dutton.
- Kauffman, S. A. 1991. Antichaos and adaptation. *Scientific American*, August.
- Keeley, L. H. 1996. *War before civilization: The myth of the peaceful savage*. New York: Oxford University Press.
- Keil, F. C. 1979. *Semantic and conceptual development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Keil, F. C. 1989. *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Keil, F. C. 1994. The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Keil, F. C. 1995. The growth of causal understandings of natural kinds. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Kelly, M. H. 1992. Darwin and psychological theories of classification. *Evolution and Cognition*, 2, 79–97.
- Kenrick, D. T., Keefe, R. C., & commentators. 1992. Age preferences in mates reflect sex differences in human reproductive strategies. *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 75–133.
- Kernighan, B. W., & Plauger, P. J. 1978. *The elements of programming style*. 2d ed. New York: McGraw-Hill.
- Kerr, R. A. 1992. SETI faces uncertainty on earth and in the stars. *Science*, 258, 27.
- Ketelaar, P. 1995. Emotion as mental representations of fitness affordances I: Evidence supporting the claim that negative and positive emotions map onto fitness costs and benefits. Paper presented at the annual meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Santa Barbara, June 28–July 2.
- Ketelaar, P. 1997. Affect as mental representations of value: Translating the value function for gains and losses into positive and negative affect. Unpublished manuscript, Max Planck Institute, Munich.
- Killackey, H. 1995. Evolution of the human brain: A neuroanatomical perspective. In Gazzaniga, 1995.
- Kingdon, J. 1993. *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?* New York: Wiley.
- Kingsolver, J. G., & Koehl, M. A. R. 1985. Aerodynamics, thermoregulation, and the evolution of insect wings: Differential scaling and evolutionary change. *Evolution*, 39, 488–504.
- Kirby, K. N., & Herrnstein, R. J. 1995. Preference reversals due to myopic discounting of delayed reward. *Psychological Science*, 6, 83–89.
- Kitcher, P. 1982. *Abusing science: The case against creationism*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

- Kitcher, P. 1992. Gene: current usages. In E. F. Keller & E. A. Lloyd (Eds.), *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Klaw, S. 1993. *Without sin: The life and death of the Oneida community*. New York: Penguin.
- Klein, R. G. 1989. *The human career: Human biological and cultural origins*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kleiter, G. 1994. Natural sampling: Rationality without base rates. In G. H. Fischer & D. Laming (Eds.), *Contributions to mathematical psychology, psychometrics, and methodology*. New York: Springer-Verlag.
- Knill, D., & Richards, W. (Eds.) 1996. *Perception as Bayesian inference*. New York: Cambridge University Press.
- Koehler, J. J., & commentators. 1996. The base rate fallacy reconsidered: Descriptive, normative, and methodological challenges. *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 1–53.
- Koestler, A. 1964. *The act of creation*. New York: Dell.
- Konner, M. 1982. *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*. New York: Harper and Row.
- Kosslyn, S. M. 1980. *Image and mind*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M. 1983. *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*. New York: Norton.
- Kosslyn, S. M. 1994. *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kosslyn, S. M., Alpert, N. M., Thompson, W. L., Maljkovic, V., Weise, S. B., Chabris, C. F., Hamilton, S. E., Rauch, S. L., & Buonanno, F. S. 1993. Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 263–287.
- Kosslyn, S. M., & Osherson, D. N. (Eds.) 1995. *An invitation to cognitive science, Vol. 2: Visual cognition*. 2d ed. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kosslyn, S. M., Pinker, S., Smith, G. E., Schwartz, S. P., & commentators. 1979. On the demystification of mental imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 2, 535–581. Reprinted in Block, 1981.
- Kowler, E. 1995. Eye movements. In Kosslyn & Osherson, 1995.
- Kubovy, M. 1986. *The psychology of perspective and Renaissance art*. New York: Cambridge University Press.
- Kubovy, M., & Pomerantz, J. R. (Eds.) 1981. *Perceptual organization*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Lachter, J., & Bever, T. G. 1988. The relation between linguistic structure and associative theories of language learning—A constructive critique of some connectionist learning models. *Cognition*, 28, 195–247. Reprinted in Pinker & Mehler, 1988.

- Lakoff, G. 1987. *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. 1980. *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Land, E. H., & McCann, J. J. 1971. Lightness and retinex theory. *Journal of the Optical Society of America*, 61, 1–11.
- Landau, B., Spelke, E. S., & Gleitman, H. 1984. Spatial knowledge in a young blind child. *Cognition*, 16, 225–260.
- Landau, T. 1989. *About faces: The evolution of the human face*. New York: Anchor.
- Landsburg, S. E. 1993. *The armchair economist: Economics and everyday life*. New York: Free Press.
- Langlois, J. H., & Roggman, L. A. 1990. Attractive faces are only average. *Psychological Science*, 1, 115–121.
- Langlois, J. H., Roggman, L. A., Casey, R. J., & Ritter, J. M. 1987. Infant preferences for attractive faces: Rudiments of a stereotype? *Developmental Psychology*, 23, 363–369.
- Lazarus, R. S. 1991. *Emotion and adaptation*. New York: Oxford University Press.
- Leakey, M. G., Feibel, C. S., McDougall, I., & Walker, A. 1995. New four-million-year-old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *Nature*, 376, 565–572.
- Lederer, R., & Gilleland, M. 1994. *Literary trivia: Fun and games for book lovers*. New York: Vintage.
- LeDoux, J. E. 1991. Emotion and the limbic system concept. *Concepts in Neuroscience*, 2, 169–199.
- LeDoux, J. E. 1996. *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon & Schuster.
- Lee, P. C. 1992. Testing the intelligence of apes. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Lehman, D. 1992. *Signs of the times: Deconstructionism and the fall of Paul de Man*. New York: Simon & Schuster.
- Leibniz, G. W. 1956. *Philosophical papers and letters*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lenat, D. B., & Guha, D. V. 1990. *Building large knowledge-based systems*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Lenski, R. E., & Mittler, J. E. 1993. The directed mutation controversy and neo-Darwinism. *Science*, 259, 188–194.
- Lenski, R. E., Sniegowski, P. D., & Shapiro, J. A. 1995. “Adaptive mutation”: The debate goes on (letters). *Science*, 269, 285–287.
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. 1983. *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Leslie, A. M. 1994. ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.

- Leslie, A. M. 1995a. A theory of agency. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Leslie, A. M. 1995b. Pretending and believing: Issues in the theory of ToMM. *Cognition*, 50, 193–220.
- Levin, B., & Pinker, S. (Eds.) 1992. *Lexical and conceptual semantics*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Levine, A. 1994. Education: The great debate revisited. *Atlantic Monthly*, December.
- Levins, R., & Lewontin, R. C. 1985. *The dialectical biologist*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Lewin, R. 1987. The earliest “humans” were more like apes. *Science*, 236, 1061–1063.
- Lewis, D. 1980. Mad pain and Martian pain. In N. Block (Ed.), *Readings in philosophy of psychology*, Vol. 1. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Lewis, H. W. 1990. *Technological risk*. New York: Norton.
- Lewontin, R. C. 1979. Sociobiology as an adaptationist program. *Behavioral Science*, 24, 5–14.
- Lewontin, R. C. 1984. Adaptation. In Sober, 1984a.
- Lewontin, R. C, Rose, S., & Kamin, L. J. 1984. *Not in our genes*. New York: Pantheon.
- Liebenberg, L. 1990. *The art of tracking*. Cape Town: David Philip.
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A. 1972. *Human information processing*. New York: Academic Press.
- Ling, C., & Marinov, M. 1993. Answering the connectionist challenge: A symbolic model of learning the past tenses of English verbs. *Cognition*, 49, 235–290.
- Lockard, J. S., & Paulhaus, D. L. (Eds.) 1988. *Self-deception: An adaptive mechanism*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.
- Locksley, A., Ortiz, V., & Hepburn, C. 1980. Social categorization and discriminatory behavior: Extinguishing the minimal group discrimination effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 773–783.
- Loewer, B., & Rey, B. (Eds.) 1991. *Meaning in mind: Fodor and his critics*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Logie, R. H. 1995. *Visuo-spatial working memory*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Lopes, L. L., & Oden, G. C. 1991. The rationality of intelligence. In E. Eells & T. Maruszewski (Eds.), *Rationality and reasoning*. Amsterdam: Rodopi.
- Lorber, J. 1994. *Paradoxes of gender*. New Haven: Yale University Press.
- Lowe, D. 1987. The viewpoint consistency constraint. *International Journal of Computer Vision*, 1, 57–72.
- Lumsden, C., & Wilson, E. O. 1981. *Genes, mind, and culture*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Luria, A. R. 1966. *Higher cortical functions in man*. London: Tavistock.
- Lykken, D. T., & Tellegen, A. 1996. Happiness is a stochastic phenomenon. *Psychological Science*, 7, 186–189.

- Lykken, D. T., McGue, M., Tellegen, A., & Bouchard, T. J., Jr. 1992. Emergenesis: Genetic traits that may not run in families. *American Psychologist*, 47, 1565–1577.
- Mac Lane, S. 1981. Mathematical models: A sketch for the philosophy of mathematics. *American Mathematical Monthly*, 88, 462–472.
- Mace, G. 1992. The life of primates: Differences between the sexes. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- MacLean, P. D. 1990. *The triune brain in evolution*. New York: Plenum.
- Macnamara, J. 1986. *A border dispute: The place of logic in psychology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Macnamara, J. 1994. Logic and cognition. In Macnamara & Reyes.
- Macnamara, J., & Reyes, G. E. (Eds.) 1994. *The logical foundations of cognition*. New York: Oxford University Press.
- Maloney, L. T., & Wandell, B. 1986. Color constancy: A method for recovering surface spectral reflectance. *Journal of the Optical Society of America (A)*, 1, 29–33.
- Mandler, J. 1992. How to build a baby, II: Conceptual primitives. *Psychological Review*, 99, 587–604.
- Manktelow, K. I., & Over, D. E. 1987. Reasoning and rationality. *Mind and Language*, 2, 199–219.
- Marcel, A., & Bisiach, E. (Eds.) 1988. *Consciousness in contemporary science*. New York: Oxford University Press.
- Marcus, G. F. 1997a. Rethinking eliminative connectionism. Unpublished manuscript, University of Massachusetts, Amherst.
- Marcus, G. F. 1997b. Concepts, features, and variables. Unpublished manuscript, University of Massachusetts, Amherst.
- Marcus, G. F. In preparation. *The algebraic mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Marcus, G. F., Brinkmann, U., Clahsen, H., Wiese, R., & Pinker, S. 1995. German inflection: The exception that proves the rule. *Cognitive Psychology*, 29, 189–256.
- Marks, I. M. 1987. *Fears, phobias, and rituals*. New York: Oxford University Press.
- Marks, I. M., & Nesse, R. M. 1994. Fear and fitness: An evolutionary analysis of anxiety disorders. *Ethology and Sociobiology*, 15, 247–261.
- Marr, D. 1982. *Vision*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Marr, D., & Nishihara, H. K. 1978. Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 200, 269–294.
- Marr, D., & Poggio, T. 1976. Cooperative computation of stereo disparity. *Science*, 194, 283–287.
- Marshack, A. 1989. Evolution of the human capacity: The symbolic evidence. *Yearbook of Physical Anthropology*, 32, 1–34.
- Martin, P., & Klein, R. 1984. *Quaternary extinctions*. Tucson: University of Arizona Press.

- Masson, J. M., & McCarthy, S. 1995. *When elephants weep: The emotional lives of animals*. New York: Delacorte Press.
- Mathews, J. 1996. A tall order for president: Picking a candidate of towering stature. *Washington Post*, May 10, D01.
- Maurer, A. 1965. What children fear. *Journal of Genetic Psychology*, 106, 265–277.
- Maynard Smith, J., 1964. Group selection and kin selection. *Nature*, 201, 1145–1147.
- Maynard Smith, J. 1975/1993. *The theory of evolution*. New York: Cambridge University Press.
- Maynard Smith, J. 1982. *Evolution and the theory of games*. New York: Cambridge University Press.
- Maynard Smith, J. 1984. Optimization theory in evolution. In Sober, 1984a.
- Maynard Smith, J. 1987. When learning guides evolution. *Nature*, 329, 762.
- Maynard Smith, J. 1995. Life at the edge of chaos? (Review of D. Depew's & B. H. Weber's "Darwinism evolving"). *New York Review of Books*, March 2, pp. 28–30.
- Maynard Smith, J., & Warren, N. 1988. Models of cultural and genetic change. In J. Maynard Smith, *Games, sex, and evolution*. New York: Harvester-Wheatsheaf.
- Mayr, E. 1982. *The growth of biological thought*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Mayr, E. 1983. How to carry out the adaptationist program. *The American Naturalist*, 121, 324–334.
- Mayr, E. 1993. The search for intelligence (letter). *Science*, 259, 1522–1523.
- Mazel, C. 1992. *Heave ho! My little green book of seasickness*. Camden, Maine: International Marine.
- McAdams, S., & Bigand, E. (Eds.) 1993. *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition*. New York: Oxford University Press.
- McCauley, C., & Stitt, C. L. 1978. An individual and quantitative measure of stereotypes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 929–940.
- McClelland, J. L., & Kawamoto, A. H. 1986. Mechanisms of sentence processing: Assigning roles to constituents of sentences. In McClelland, Rumelhart, & the PDP Research Group.
- McClelland, J. L., McNaughton, B. L., & O'Reilly, R. C. 1995. Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review*, 102, 419–457.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. 1985. Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 159–188.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., & the PDP Research Group. 1986. *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 2: *Psychological and biological models*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- McCloskey, M. 1983. Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 122–130.

- McCloskey, M., Caramazza, A., & Green, B. 1980. Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139–1141.
- McCloskey, M., & Cohen, N. J. 1989. Catastrophic interference in connectionist networks: The sequential learning problem. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 23. New York: Academic Press.
- McCloskey, M., Wible, C. G., & Cohen, N. J. 1988. Is there a special flashbulb-memory mechanism? *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 171–181.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. 1943. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–133.
- McGhee, P. E. 1979. *Humor: Its origins and development*. San Francisco: W. H. Freeman.
- McGinn, C. 1989a. *Mental content*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- McGinn, C. 1989b. Can we solve the mind-body problem? *Mind*, 98, 349–366.
- McGinn, C. 1993. *Problems in philosophy: The limits of inquiry*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- McGuinness, D. 1997. *Why our children can't read and what we can do about it*. New York: Free Press.
- Medin, D. L. 1989. Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*, 1469–1481.
- Michotte, A. 1963. *The perception of causality*. London: Methuen.
- Miller, G. 1967. *The psychology of communication*. London: Penguin.
- Miller, G. A. 1956. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–96.
- Miller, G. A. 1981. Trends and debates in cognitive psychology. *Cognition*, 10, 215–226.
- Miller, G. A., & Johnson-Laird, P. N. 1976. *Language and perception*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Miller, G. F. 1993. Evolution of the human brain through runaway sexual selection: The mind as a protean courtship device. Ph. D. dissertation, Department of Psychology, Stanford University.
- Miller, G. F., & Todd, P. M. 1990. Exploring adaptive agency. I: Theory and methods for simulating the evolution of learning. In D. S. Touretzky, J. L. Elman, T. Sejnowski, & G. E. Hinton (Eds.), *Proceedings of the 1990 Connectionist Models Summer School*. San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann.
- Miller, K. D., Keller, J. B., & Stryker, M. P. 1989. Ocular dominance column development: Analysis and simulation. *Science*, 245, 605–615.
- Millikan, R. 1984. *Language, thought, and other biological categories*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

- Mineka, S., & Cook, M. 1993. Mechanisms involved in the observational conditioning of fear. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 23–38.
- Minsky, M. 1985. *The society of mind*. New York: Simon & Schuster.
- Minsky, M., & Papert, S. 1988a. *Perceptrons: Expanded edition*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Minsky, M., & Papert, S. 1988b. Epilogue: The new connectionism. In Minsky & Papert, 1988a.
- Mitchell, M. 1996. *An introduction to genetic algorithms*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Mock, D. W., & Parker, G. A. In press. *The evolution of sibling rivalry*. New York: Oxford University Press.
- Montello, D. R. 1995. How significant are cultural differences in spatial cognition? In A. U. Frank & W. Kuhn (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS*. Berlin: Springer-Verlag.
- Moore, E. F. (Ed.) 1964. *Sequential machines: Selected papers*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Morris, R. G. M. (Ed.) 1989. *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*. New York: Oxford University Press.
- Morton, J., & Johnson, M. H. 1991. CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, 98, 164–181.
- Moscovitch, M., Winocur, G., & Behrmann, M. In press. Two mechanisms of face recognition: Evidence from a patient with visual object agnosia. *Journal of Cognitive Neuroscience*.
- Mount, F. 1992. *The subversive family: An alternative history of love and marriage*. New York: Free Press.
- Mozer, M. 1991. *The perception of multiple objects: A connectionist approach*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Murphy, G. L. 1993. A rational theory of concepts. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 29. New York: Academic Press.
- Myers, D. G., & Diener, E. 1995. Who is happy? *Psychological Science*, 6, 10–19.
- N. E. Thing Enterprises. 1994. *Magic Eye III: Visions: A new dimension in art*. Kansas City: Andrews and McMeel.
- Nagel, T. 1974. What is it like to be a bat? *Philosophical Review*, 83, 435–450.
- Nagell, K., Olguin, R., & Tomasello, M. 1993. Processes of social learning in the tool use of chimpanzees (*Pan troglodytes*) and human children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 107, 174–186.
- Nakayama, K., He, Z. J., & Shimojo, S. 1995. Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision. In Kosslyn & Osherson, 1995.
- Navon, D. 1985. Attention division or attention sharing? In M. I. Posner & O. Marin (Eds.), *Attention and performance XI*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

- Navon, D. 1989. The importance of being visible: On the role of attention in a mind viewed as an anarchic intelligence system. I: Basic tenets. *European Journal of Cognitive Psychology*, 1, 191–213.
- Nayar, S. K., & Oren, M. 1995. Visual appearance of matte surfaces. *Science*, 267, 1153–1156.
- Neisser, U. 1967. *Cognitive psychology*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Neisser, U. 1976. General, academic, and artificial intelligence: Comments on the papers by Simon and by Klahr. In L. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Nesse, R. M. 1991. What good is feeling bad? *The Sciences*, November/December, pp. 30–37.
- Nesse, R. M., & Lloyd, A. T. 1992. The evolution of psychodynamic mechanisms. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Nesse, R. M., & Williams, G. C. 1994. *Why we get sick: The new science of Darwinian medicine*. New York: Times Books.
- Newell, A. 1990. *Unified theories of cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. 1972. *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Newell, A., & Simon, H. A. 1981. Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. In Haugeland, 1981a.
- Nickerson, R. A., & Adams, M. J. 1979. Long-term memory for a common object. *Cognitive Psychology*, 11, 287–307.
- Nilsson, D. E., & Pelger, S. 1994. A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, 256, 53–58.
- Nisbett, R. E., & Cohen, D. 1996. *Culture of honor: The psychology of violence in the South*. New York: HarperCollins.
- Nisbett, R. E., & Ross, L. R. 1980. *Human inference: Strategies and shortcomings of social judgment*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Nobile, P. (Ed.) 1971. *The Con III controversy: The critics look at "The greening of America"*. New York: Pocket Books.
- Nolfi, S., Elman, J. L., & Parisi, D. 1994. Learning and evolution in neural networks. *Adaptive Behavior*, 3, 5–28.
- Nozick, R. 1981. *Philosophical explanations*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Oman, C. M. 1982. Space motion sickness and vestibular experiments in Spacelab. *Society of Automotive Engineers Technical Paper Series 820833*. Warrendale, Penn.: SAE.
- Oman, C. M., Lichtenberg, B. K., Money, K. E., & McCoy, R. K. 1986. M. I. T./Canadian vestibular experiments on the Spacelab-1 mission: 4. Space motion

- sickness: Symptoms, stimuli, predictability. *Experimental Brain Research*, 64, 316–334.
- Orians, G. H., & Heerwagen, J. H. 1992. Evolved responses to landscapes. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Orwell, G. 1949/1983. 1984. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Osherson, D. I., Kosslyn, S. M., & Hollerbach, J. M. (Eds.) 1990. *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition and action*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Paglia, C. 1990. *Sexual personae: Art and decadence from Nefertiti to Emily Dickinson*. New Haven: Yale University Press.
- Paglia, C. 1992. *Sex, art, and American culture*. New York: Vintage.
- Paglia, C. 1994. *Vamps and tramps*. New York: Vintage.
- Paivio, A. 1971. *Imagery and verbal processes*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Papathomas, T. V, Chubb, C., Gorea, A., & Kowler, E. (Eds.) 1995. *Early vision and beyond*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Parker, S. T., Mitchell, R. W. & Boccia, M. L. (Eds.) 1994. *Self-awareness in animals and humans*. New York: Cambridge University Press.
- Patai, D., & Koertge, N. 1994. *Professing feminism: Cautionary tales from the strange world of women's studies*. New York: Basic Books.
- Pazzani, M. 1987. Explanation-based learning for knowledge-based systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 26, 413–433.
- Pazzani, M. 1993. Learning causal patterns: Making a transition for data-driven to theory-driven learning. *Machine Learning*, 11, 173–194.
- Pazzani, M., & Dyer, M. 1987. A comparison of concept identification in human learning and network learning with the Generalized Delta Rule. In *Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87)*. Los Altos, Calif.: Morgan Kaufmann.
- Pazzani, M., & Kibler, D. 1993. The utility of knowledge in inductive learning. *Machine Learning*, 9, 57–94.
- Pennisi, E. 1996. Biologists urged to retire Linnaeus. *Science*, 273, 181.
- Penrose, R. 1989. *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*. New York: Oxford University Press.
- Penrose, R., & commentators. 1990. Précis and multiple book review of “The emperor's new mind”. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 643–705.
- Penrose, R. 1994. *Shadows of the mind: A search for the missing science of consciousness*. New York: Oxford University Press.
- Pentland, A. P. 1990. Linear shape from shading. *International Journal of Computer Vision*, 4, 153–162.
- Perkins, D. N. 1981. *The mind's best work*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

- Perky, C. W. 1910. An experimental study of imagination. *American Journal of Psychology*, 21, 422–452.
- Perrett, D. I., May, K. A., & Yoshikawa, S. 1994. Facial shape and judgments of female attractiveness: Preferences for non-average. *Nature*, 368, 239–242.
- Peterson, M. A., Kihlstrom, J. F., Rose, P. M., & Klisky, M. L. 1992. Mental images can be ambiguous: Reconstruals and reference-frame reversals. *Memory and Cognition*, 20, 107–123.
- Pettigrew, J. D. 1972. The neurophysiology of binocular vision. *Scientific American*, August. Reprinted in R. Held & W. Richards (Eds.), 1976, *Recent progress in perception*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Pettigrew, J. D. 1974. The effect of visual experience on the development of stimulus specificity by kitten cortical neurons. *Journal of Physiology*, 237, 49–74.
- Pfeiffer, R. 1988. Artificial intelligence models of emotion. In V. Hamilton, G. H. Bower, & N. H. Frijda (Eds.), *Cognitive perspectives on emotion and motivation*. Netherlands: Kluwer.
- Piattelli-Palmarini, M. 1989. Evolution, selection, and cognition: From “learning” to parameter setting in biology and the study of language, *Cognition*, 31, 1–44.
- Piattelli-Palmarini, M. 1994. *Inevitable illusions: How mistakes of reason rule our minds*. New York: Wiley.
- Picard, R. W. 1995. Affective computing. MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report #321.
- Pilbeam, D. 1992. What makes us human? In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Pinker, S. 1979. The representation of three-dimensional space in mental images. Unpublished Ph. D. dissertation, Harvard University.
- Pinker, S. 1980. Mental imagery and the third dimension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 254–371.
- Pinker, S. 1984a. *Language learnability and language development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Pinker, S. (Ed.) 1984b. *Visual cognition*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pinker, S. 1984c. «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, pp. 1–63.
- Pinker, S. 1988. A computational theory of the mental imagery medium. In Denis, Engelkamp, & Richardson, 1988.
- Pinker, S. 1989. *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pinker, S. 1990. A theory of graph comprehension. In R. Friedle (Ed.), *Artificial intelligence and the future of testing*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Pinker, S. 1991. Rules of language. *Science*, 253, 530–535.
- Pinker, S. 1992. Review of Bickerton’s “Language and species”. *Language*, 68, 375–382.
- Pinker, S. 1994. *The language instinct*. New York: HarperCollins.

- Pinker, S. 1995. Beyond folk psychology (Review of J. A. Fodor's "The elm and the expert"). *Nature*, 373, 205.
- Pinker, S., Bloom, P., & commentators. 1990. Natural language and natural selection. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 707–784.
- Pinker, S., & Finke, R. A. 1980. Emergent two-dimensional patterns in images rotated in depth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 244–264.
- Pinker, S., & Mehler, J. (Eds.) 1988. *Connections and symbols*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pinker, S., & Prince, A. 1988. On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition. *Cognition*, 28, 73–193. Reprinted in Pinker & Mehler, 1988.
- Pinker, S., & Prince, A. 1994. Regular and irregular morphology and the psychological status of rules of grammar. In S. D. Lima, R. L. Corrigan, & G. K. Iverson (Eds.), *The reality of linguistic rules*. Philadelphia: John Benjamins.
- Pinker, S., & Prince, A. 1996. The nature of human concepts: Evidence from an unusual source. *Communication and Cognition* 29, 307–361.
- Pirenne, M. H. 1970. *Optics, painting, and photography*. New York: Cambridge University Press.
- Plomin, R. 1989. Environment and genes: Determinants of behavior. *American Psychologist*, 44, 105–111.
- Plomin, R., Daniels, D., & commentators. 1987. Why are children in the same family so different from one another? *Behavioral and Brain Sciences*, 10, 1–60.
- Plomin, R., Owen, M. J., & McGuffin, P. 1994. The genetic basis of complex human behaviors. *Science*, 264, 1733–1739.
- Poggio, G. F. 1995. Stereoscopic processing in monkey visual cortex: A review. In Papathomas et al., 1995.
- Poggio, T. 1984. Vision by man and machine. *Scientific American*, April.
- Poggio, T., & Edelman, S. 1991. A network that learns to recognize three-dimensional objects. *Nature*, 343, 263–266.
- Poggio, T., & Girosi, F. 1990. Regularization algorithms for learning that are equivalent to multilayer networks. *Science*, 247, 978–982.
- Pollack, J. B. 1990. Recursive distributed representations. *Artificial Intelligence*, 46, 77–105.
- Pollard, J. L. 1993. The phylogeny of rationality. *Cognitive Science*, 17, 563–588.
- Polti, G. 1921/1977. *The thirty-six dramatic situations*. Boston: The Writer, Inc.
- Posner, M. I. 1978. *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Poundstone, W. 1988. *Labyrinths of reason: Paradox, puzzles, and the frailty of knowledge*. New York: Anchor.
- Poundstone, W. 1992. *Prisoner's dilemma: John von Neumann, game theory, and the puzzle of the bomb*. New York: Anchor.

- Prasada, S., & Pinker, S. 1993. Generalizations of regular and irregular morphological patterns. *Language and Cognitive Processes*, 8, 1–56.
- Premack, D. 1976. *Intelligence in ape and man*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Premack, D. 1990. Do infants have a theory of self-propelled objects? *Cognition*, 36, 1–16.
- Premack, D., & Premack, A. J. 1995. Intention as psychological cause. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Premack, D., & Woodruff, G. 1978. Does a chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 512–526.
- Preuss, T. 1993. The role of the neurosciences in primate evolutionary biology: Historical commentary and prospectus. In R. D. E. MacPhee (Ed.), *Primates and their relatives in phylogenetic perspective*. New York: Plenum.
- Preuss, T. 1995. The argument from animals to humans in cognitive neuroscience. In Gazzaniga, 1995.
- Prince, A., & Pinker, S. 1988. Rules and connections in human language. *Trends in Neurosciences*, 11, 195–202. Reprinted in Morris, 1989.
- Profet, M. 1992. Pregnancy sickness as adaptation: A deterrent to maternal ingestion of teratogens. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Proffitt, D. L., & Gilden, D. L. 1989. Understanding natural dynamics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15, 384–393.
- Provine, R. R. 1991. Laughter: A stereotyped human vocalization. *Ethology*, 89, 115–124.
- Provine, R. R. 1993. Laughter punctuates speech: Linguistic, social, and gender contexts of laughter. *Ethology*, 95, 291–298.
- Provine, R. R. 1996. Laughter. *American Scientist*, 84 (January-February), 38–45.
- Pustejovsky, J. 1995. *The generative lexicon*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Putnam, H. 1960. Minds and machines. In S. Hook (Ed.), *Dimensions of mind: A symposium*. New York: New York University Press.
- Putnam, H. 1975. The meaning of ‘meaning.’ In K. Gunderson (Ed.), *Language, mind, and knowledge*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Putnam, H. 1994. The best of all possible brains? (Review of R. Penrose’s “Shadows of the mind”). *New York Times Book Review*, November 20, p. 7.
- Pylyshyn, Z. 1973. What the mind’s eye tells the mind’s brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1–24.
- Pylyshyn, Z. W., & commentators. 1980. Computation and cognition: Issues in the foundations of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 111–169.
- Pylyshyn, Z. W. 1984. *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pylyshyn, Z. W. (Ed.) 1987. *The robot’s dilemma: The frame problem in artificial intelligence*. Norwood, N. J.: Ablex.

- Quine, W. V. O. 1969. Natural kinds. In W. V. O. Quine, *Ontological relativity and other essays*. New York: Columbia University Press.
- Quinlan, P. 1992. *An introduction to connectionist modeling*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Rachman, S. 1978. *Fear and courage*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Raibert, M. H. 1990. Legged robots. In P. H. Winston & S. A. Shellard (Eds.), *Artificial intelligence at MIT: Expanding frontiers*, Vol. 2. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Raibert, M. H., & Sutherland, I. E. 1983. Machines that walk. *Scientific American*, January.
- Raiffa, H. 1968. *Decision analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Rakic, P. 1995a. Corticogenesis in human and nonhuman primates. In Gazzaniga, 1995.
- Rakic, P. 1995b. Evolution of neocortical parcellation: the perspective from experimental neuroembryology. In Changeux & Chavaille, 1995.
- Ralls, K., Ballou, J., & Templeton, A. 1988. Estimates of the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology*, 2, 185–193.
- Ramachandran, V. S. 1988. Perceiving shape from shading. *Scientific American*, August.
- Rapoport, A. 1964. *Strategy and conscience*. New York: Harper & Row.
- Ratcliff, R. 1990. Connectionist models of recognition memory: Constraints imposed by learning and forgetting functions. *Psychological Review*, 97, 285–308.
- Rayner, K. (Ed.) 1992. *Eye movements and visual cognition*. New York: Springer-Verlag.
- Redish, E. 1994. The implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62, 796–803.
- Reeve, H. K., & Sherman, P. W. 1993. Adaptation and the goals of evolutionary research. *Quarterly Review of Biology*, 68, 1–32.
- Reiner, A. 1990. An explanation of behavior (Review of MacLean, 1990). *Science*, 250, 303–305.
- Rey, G. 1983. Concepts and stereotypes. *Cognition*, 15, 237–262.
- Richards, W. 1971. Anomalous stereoscopic depth perception. *Journal of the Optical Society of America*, 61, 410–414.
- Ridley, Mark. 1986. *The problems of evolution*. New York: Oxford University Press.
- Ridley, Matt. 1993. *The red queen: Sex and the evolution of human nature*. New York: Macmillan.
- Rips, L. J. 1989. Similarity, typicality, and categorization. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Rips, L. J. 1994. *The psychology of proof*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Rock, I. 1973. *Orientation and form*. New York: Academic Press.

- Rock, I. 1983. *The logic of perception*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Rogers, A. R. 1994. Evolution of time preference by natural selection. *American Economic Review*, 84, 460–481.
- Rosch, E. 1978. Principles of categorization. In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Rose, M. 1980. The mental arms race amplifier. *Human Ecology*, 8, 285–293.
- Rose, S. 1978. Pre-Copernican sociobiology? *New Scientist*, 80, 45–46.
- Rosenbaum, R. 1995. Explaining Hitler. *New Yorker*, May 1, pp. 50–70.
- Rothbart, M. K. 1977. Psychological approaches to the study of humor. In Chapman and Foot, 1977.
- Rozin, P. 1976. The evolution of intelligence and access to the cognitive unconscious. In J. M. Sprague & A. N. Epstein (Eds.), *Progress in psychobiology and physiological psychology*. New York: Academic Press.
- Rozin, P. 1996. Towards a psychology of food and eating: From motivation to module to model to marker, morality, meaning, and metaphor. *Current Directions in Psychological Science*, 5, 18–24.
- Rozin, P., & Fallon, A. 1987. A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94, 23–41.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. 1986. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323, 533–536.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. 1986a. PDP models and general issues in cognitive science. In Rumelhart, McClelland, & the PDP Research Group, 1986.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. 1986b. On learning the past tenses of English verbs. Implicit rules or parallel distributed processing? In Rumelhart, McClelland, & the PDP Research Group, 1986.
- Rumelhart, D., McClelland, J., & the PDP Research Group. 1986. *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Ruse, M. 1986. Biological species: Natural kinds, individuals, or what? *British Journal of the Philosophy of Science*, 38, 225–242.
- Russell, J. A. 1994. Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of cross-cultural studies. *Psychological Bulletin*, 115, 102–141.
- Ryle, G. 1949. *The concept of mind*. London: Penguin.
- Sacks, O., & Wasserman, R. 1987. The case of the colorblind painter. *New York Review of Books*, 34, 25–34.
- Sanford, G. J. 1994. Straight lines in nature. Visalia, California, *Valley Voice*, November 2. Reprinted as “Nature’s straight lines,” *Harper’s*, 289 (February 1995), 25.
- Schacter, D. L. 1996. *Searching for memory: The brain, the mind, and the past*. New York: Basic Books.
- Schanck, R. C. 1982. *Dynamic memory*. New York: Cambridge University Press.

- Schanck, R. C., & Riesbeck, C. K. 1981. *Inside computer understanding: Five programs plus miniatures*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. 1996. Natural musical intervals: Evidence from infant listeners. *Psychological Science*, 7, 272–277.
- Schelling, T. C. 1960. *The strategy of conflict*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Schelling, T. C. 1984. The intimate contest for self-command. In T. C. Schelling, *Choice and consequence: Perspectives of an errant economist*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Schutz, C. E. 1977. The psycho-logic of political humor. In Chapman & Foot, 1977.
- Schwartz, S. P. 1979. Natural kind terms. *Cognition* 7, 301–315.
- Searle, J. R., & commentators. 1980. Minds, brains, and programs. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, 417–457.
- Searle, J. R. 1983. The word turned upside down. *New York Review of Books*, October 27, pp. 74–79.
- Searle, J. R., & commentators. 1992. Consciousness, explanatory inversion, and cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 585–642.
- Searle, J. R. 1993. Rationality and realism: What is at stake? *Daedalus*, 122, 55–83.
- Searle, J. R. 1995. The mystery of consciousness. *New York Review of Books*, November 2, pp. 60–66; November 16, pp. 54–61.
- Segal, S., & Fusella, V. 1970. Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 458–464.
- Seligman, M. E. P. 1971. Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2, 307–320.
- The Seville Statement on Violence. 1990. *American Psychologist*, 45, 1167–1168.
- Shapiro, J. A. 1995. Adaptive mutation: Who's really in the garden? *Science*, 268, 373–374.
- Shastri, L., Ajjanagadde, V., & commentators. 1993. From simple associations to systematic reasoning: A connectionist representation of rules, variables, and dynamic bindings using temporal synchrony. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 417–494.
- Shepard, R. N. 1978. The mental image. *American Psychologist*, 33, 125–137.
- Shepard, R. N. 1987. Toward a universal law of generalization for psychological science. *Science*, 237, 1317–1323.
- Shepard, R. N. 1990. *Mind sights: Original visual illusions, ambiguities, and other anomalies*. New York: W. H. Freeman.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. 1982. *Mental images and their transformations*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sherif, M. 1966. *Group conflict and cooperation: Their social psychology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Sherry, D. F., & Schacter, D. L. 1987. The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, 94, 439–454.

- Shimojo, S. 1993. Development of interocular vision in infants. In Simons, 1993.
- Shostak, M. 1981. *Nisa: The life and words of a Kung woman*. New York: Vintage.
- Shoumatoff, A. 1985. *The mountain of names: A history of the human family*. New York: Simon & Schuster.
- Shreeve, J. 1992. The dating game. *Discover*, September.
- Shultz, T. R. 1977. A cross-cultural study of the structure of humor. In Chapman & Foot.
- Shweder, R. A. 1994. "You're not sick, you're just in love": Emotion as an interpretive system. In Ekman & Davidson, 1994.
- Simon, H. A. 1969. The architecture of complexity. In H. A. Simon, *The sciences of the artificial*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Simon, H. A., & Newell, A. 1964. Information processing in computer and man. *American Scientist*, 52, 281–300.
- Simons, K. (Ed.) 1993. *Early visual development: Normal and abnormal*. New York: Oxford University Press.
- Singh, D. 1993. Adaptive significance of female physical attractiveness: Role of waist-to-hip ratio. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 293–307.
- Singh, D. 1994. Ideal female body shape: Role of body weight and waist-to-hip ratio. *International Journal of Eating Disorders*, 16, 283–288.
- Singh, D. 1995. Ethnic and gender consensus for the effect of waist-to-hip ratio on judgment of women's attractiveness. *Human Nature*, 6, 51–65.
- Sinha, P., 1995. Perceiving and recognizing three-dimensional forms. Ph. D. dissertation. Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT.
- Sinha, P., & Adelson, E. H. 1993a. Verifying the 'consistency' of shading patterns and 3D structures. In *Proceedings of the IEEE Workshop on Qualitative Vision, New York*. Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Society Press.
- Sinha, P., & Adelson, E. H. 1993b. Recovering reflectance and illumination in a world of painted polyhedra. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Computer Vision, Berlin*. Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Society Press.
- Sloboda, J. A. 1985. *The musical mind: The cognitive psychology of music*. New York: Oxford University Press.
- Smith, E. E., & Medin, D. L. 1981. *Categories and concepts*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Smith, E. E., Langston, C., & Nisbett, R. 1992. The case for rules in reasoning. *Cognitive Science*, 16, 1–40.
- Smolensky, P., & commentators. 1988. On the proper treatment of connectionism. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 1–74.
- Smolensky, P. 1990. Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems. *Artificial Intelligence*, 46, 159–216.
- Smolensky, P. 1995. Reply: Constituent structure and explanation in an integrated connectionist/symbolic cognitive architecture. In C. MacDonald & G. MacDonald

- (Eds.), *Connectionism: Debates on Psychological Explanations*, Vol. 2. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Sober, E. (Ed.) 1984a. *Conceptual issues in evolutionary biology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sober, E. 1984b. *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Solso, R. 1994. *Cognition and the visual arts*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sommers, C. H. 1994. *Who stole feminism?* New York: Simon & Schuster.
- Sowell, T. 1995. *The vision of the anointed: Self-congratulation as a basis for social policy*. New York: Basic Books.
- Spelke, E. 1995. Initial knowledge: Six suggestions. *Cognition*, 50, 433–447.
- Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. 1992. Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99, 605–632.
- Spelke, E. S., Phillips, A., & Woodward, A. L. 1995. Infants' knowledge of object motion and human action. In Sperber, Premack, & Premack, 1995.
- Spelke, E., Vishton, P., & von Hofsten, C. 1995. Object perception, object-directed action, and physical knowledge in infancy. In Gazzaniga, 1995.
- Sperber, D. 1982. Apparently irrational beliefs. In M. Hollis & S. Lukes (Eds.), *Rationality and relativism*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Sperber, D. 1985. Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations. *Man*, 20, 73–89.
- Sperber, D., Cara, F., & Girotto, V. 1995. Relevance theory explains the selection task. *Cognition*, 57, 31–95.
- Sperber, D., Premack, D., & Premack, A. J. (Eds.) 1995. *Causal cognition*. New York: Oxford University Press.
- Sperber, D., & Wilson, D. 1986. *Relevance: Communication and cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Staddon, J. E. R. 1988. Learning as inference. In R. C. Bolles & M. D. Beecher (Eds.), *Evolution and learning*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Stenning, K., & Oberlander, J. 1995. A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation. *Cognitive Science*, 19, 97–140.
- Sterelny, K., & Kitcher, P. 1988. The return of the gene. *Journal of Philosophy*, 85, 339–361.
- Stereogram*. 1994. San Francisco: Cadence Books.
- Stevens, A., & Coupe, P. 1978. Distortions in judged spatial relations. *Cognitive Psychology*, 10, 422–437.
- Storr, A. 1992. *Music and the mind*. New York: HarperCollins.
- Stringer, C. 1992. Evolution of early humans. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Stryker, M. P. 1993. Retinal cortical development: Introduction. In Simons, 1993.
- Stryker, M. P. 1994. Precise development from imprecise rules. *Science*, 263, 1244–1245.

- Subbiah, I., Veltri, L., Liu, A., & Pentland, A. 1996. Paths, landmarks, and edges as reference frames in mental maps of simulated environments. CBR Technical Report 96-4, Cambridge Basic Research, Nissan Research & Development, Inc.
- Sullivan, W. 1993. *We are not alone: The continuing search for extraterrestrial intelligence*. Revised edition. New York: Penguin.
- Sulloway, F. J. 1995. Birth order and evolutionary psychology: A meta-analytic overview. *Psychological Inquiry*, 6, 75-80.
- Sulloway, F. J. 1996. *Born to rebel: Family conflict and radical genius*. New York: Pantheon.
- Superstereogram*. 1994. San Francisco: Cadence Books.
- Sutherland, S. 1992. *Irrationality: The enemy within*. London: Penguin.
- Swisher, C. C., III, Rink, W. J., Antón, S. C, Schwarcz, H. P., Curtis, G. H., Surpijo, A., & Widiasmoro. 1996. Latest *Homo erectus* of Java: Potential contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia. *Science*, 274, 1870-1874.
- Symons, D. 1978. *Play and aggression: A study of rhesus monkeys*. New York: Columbia University Press.
- Symons, D. 1979. *The evolution of human sexuality*. New York: Oxford University Press.
- Symons, D., & commentators. 1980. Precis of "The evolution of human sexuality". *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 171-214.
- Symons, D. 1992. On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Symons, D. 1993. The stuff that dreams aren't made of: Why wake-state and dream-state sensory experiences differ. *Cognition*, 47, 181-217.
- Symons, D. 1995. Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness. In P. R. Abramson & S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tajfel, H. 1981. *Human groups and social categories*. New York: Cambridge University Press.
- Talmy, L. 1985. Lexicalization patterns: Semantic structure in lexical forms. In T. Shopen (Ed.), *Language typology and syntactic description*. Vol. III: *Grammatical categories and the lexicon*. New York: Cambridge University Press.
- Talmy, L. 1988. Force dynamics in language and cognition. *Cognitive Science*, 12, 49-100.
- Tan, E. S. 1996. *Emotion and the structure of narrative film*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Tarr, M. J. 1995. Rotating objects to recognize them: A case study on the role of viewpoint dependency in the recognition of three-dimensional shapes. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 55-82.

- Tarr, M. J., & Black, M. J. 1994a. A computational and evolutionary perspective on the role of representation in vision. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding*, 60, 65–73.
- Tarr, M. J., & Black, M. J. 1994b. Reconstruction and purpose. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding*, 60, 113–118.
- Tarr, M. J., & Bülthoff, H. H. 1995. Is human object recognition better described by geon-structural-descriptions or by multiple views? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1494–1505.
- Tarr, M. J., & Pinker, S. 1989. Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*, 21, 233–282.
- Tarr, M. J., & Pinker, S. 1990. When does human object recognition use a viewer-centered reference frame? *Psychological Science*, 1, 253–256.
- Thorn, F., Gwiazda, J., Cruz, A. A. V, Bauer, J. A., & Held, R. 1994. The development of eye alignment, convergence, and sensory binocularity in young infants. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 35, 544–553.
- Thornhill, N., & commentators. 1991. An evolutionary analysis of rules regulating human inbreeding and marriage. *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 247–293.
- Timney, B. N. 1990. Effects of brief monocular occlusion on binocular depth perception in the cat: A sensitive period for the loss of stereopsis. *Visual Neuroscience*, 5, 273–280.
- Titchener, E. B. 1909. *Lectures on the experimental psychology of the thought processes*. New York: Macmillan.
- Tooby, J. 1976a. The evolutionary regulation of inbreeding. Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76(1), 1–87. University of California, Santa Barbara.
- Tooby, J. 1976b. The evolutionary psychology of incest avoidance. Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76(2), 1–92. University of California, Santa Barbara.
- Tooby, J. 1982. Pathogens, polymorphism, and the evolution of sex. *Journal of Theoretical Biology*, 97, 557–576.
- Tooby, J. 1985. The emergence of evolutionary psychology. In D. Pines (Ed.), *Emerging syntheses in science*. Santa Fe, N. M.: Santa Fe Institute.
- Tooby, J. 1988. The evolution of sex and its sequelae. Ph. D. dissertation, Harvard University.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1988. The evolution of war and its cognitive foundations. Paper presented at the annual meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Ann Arbor, Mich. Institute for Evolutionary Studies Technical Report 88–1. University of California, Santa Barbara.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1989. Adaptation versus phylogeny: The role of animal psychology in the study of human behavior. *International Journal of Comparative Psychology*, 2, 105–118.

- Tooby, J., & Cosmides, L. 1990a. The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethology and Sociobiology*, 11, 375–424.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1990b. On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation. *Journal of Personality*, 58, 17–67.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1992. Psychological foundations of culture. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1993. Cognitive adaptations for threat, cooperation, and war. Plenary address, Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Binghamton, New York, August 6.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1996. Friendship and the Banker's Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism. In J. Maynard Smith (Ed.), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*. London: British Academy.
- Tooby, J., & Cosmides, L. 1997. Ecological rationality and the multimodular mind: Grounding normative theories in adaptive problems. Unpublished manuscript, University of California, Santa Barbara.
- Tooby, J., & DeVore, I. 1987. The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling. In W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*. Albany, N. Y.: SUNY Press.
- Treisman, A. 1988. Features and objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 201–237.
- Treisman, A., & Gelade, G. 1980. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Treisman, M. 1977. Motion sickness: An evolutionary hypothesis. *Science*, 197, 493–495.
- Tributsch, H. 1982. *How life learned to live: Adaptation in nature*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Trinkaus, E. 1992. Evolution of human manipulation. In Jones, Martin, & Pilbeam, 1992.
- Trivers, R. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46, 35–57.
- Trivers, R. 1981. Sociobiology and politics. In E. White (Ed.), *Sociobiology and human politics*. Lexington, Mass.: D. C. Heath.
- Trivers, R. 1985. *Social evolution*. Reading, Mass.: Benjamin/Cummings.
- Turing, A. M. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433–460.
- Turke, P. W., & Betzig, L. L. 1985. Those who can do: Wealth, status, and reproductive success on Ifaluk. *Ethology and Sociobiology*, 6, 79–87.
- Turner, M. 1991. *Reading minds: The study of English in the age of cognitive science*. Princeton: Princeton University Press.

- Tversky, A., & Kahneman, D. 1974. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124–1131.
- Tversky, A., & Kahneman, D. 1983. Extensions versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293–315.
- Tye, M. 1991. *The imagery debate*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Tyler, C. W. 1983. Sensory processing of binocular disparity. In C. M. Schor & K. J. Ciuffreda (Eds.), *Vergence eye movements: Basic and clinical aspects*. London: Butterworths.
- Tyler, C. W. 1991. Cyclopean vision. In D. Regan (Ed.), *Vision and visual dysfunction*, Vol. 9: *Binocular vision*. New York: Macmillan.
- Tyler, C. W. 1995. Cyclopean riches: Cooperativity, neuronotropy, hysteresis, stereoattention, hyperglobality, and hypercyclopean processes in random-dot stereopsis. In Papathomas et al., 1995.
- Ullman, S. 1984. Visual routines. *Cognition*, 18, 97–159. Reprinted in Pinker, 1984b.
- Ullman, S. 1989. Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition. *Cognition*, 32, 193–254.
- van den Berghe, P. F. 1974. *Human family systems: An evolutionary view*. Amsterdam: Elsevier.
- Van Essen, D. C., & DeYoe, E. A. 1995. Concurrent processing in the primate visual cortex. In Gazzaniga, 1995.
- Veblen, T. 1899/1994. *The theory of the leisure class*. New York: Penguin.
- Wallace, B. 1984. Apparent equivalence between perception and imagery in the production of various visual illusions. *Memory and Cognition*, 12, 156–162.
- Waller, N. G. 1994. Individual differences in age preferences in mates. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 578–581.
- Wandell, B. A. 1995. *Foundations of vision*. Sunderland, Mass.: Sinauer.
- Wason, P. 1966. Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*. London: Penguin.
- Wehner, R., & Srinivasan, M. V. 1981. Searching behavior of desert ants, genus *Cataglyphis* (Formicidae, Hymenoptera). *Journal of Comparative Physiology*, 142, 315–338.
- Weiner, J. 1994. *The beak of the finch*. New York: Vintage.
- Weinshall, D., & Malik, J. 1995. Review of computational models of stereopsis. In Papathomas et al., 1995.
- Weisberg, R. 1986. *Creativity: Genius and other myths*. New York: Freeman.
- Weisfeld, G. E. 1993. The adaptive value of humor and laughter. *Ethology and Sociobiology*, 14, 141–169.
- Weizenbaum, J. 1976. *Computer power and human reason*. San Francisco: W. H. Freeman.
- White, R. 1989. Visual thinking in the Ice Age. *Scientific American*, July.
- Whitehead, B. D. 1994. The failure of sex education. *Atlantic Monthly*, 274, 55–61.

- Whittlesea, B. W. A. 1989. Selective attention, variable processing, and distributed representation: Preserving particular experiences of general structures. In Morris, 1989.
- Wierzbicka, A. 1994. Cognitive domains and the structure of the lexicon: The case of the emotions. In Hirschfeld & Gelman, 1994a.
- Wilczek, F. 1994. A call for a new physics (Review of R. Penrose's "The emperor's new mind"). *Science*, 266, 1737–1738.
- Wilford, J. N. 1985. *The riddle of the dinosaur*. New York: Random House.
- Williams, G. C. 1966. *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Williams, G. C. 1992. *Natural selection: Domains, levels, and challenges*. New York: Oxford University Press.
- Williams, G. C., & Williams, D. C. 1957. Natural selection of individually harmful social adaptations among sibs with special reference to social insects. *Evolution*, 11, 32–39.
- Wilson, D. S., Sober, E., & commentators. 1994. Re-introducing group selection to the human behavior sciences. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 585–608.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The new synthesis*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wilson, E. O. 1994. *Naturalist*. Washington, D. C.: Island Press.
- Wilson, J. Q. 1993. *The moral sense*. New York: Free Press.
- Wilson, J. Q., & Herrnstein, R. J. 1985. *Crime and human nature*. New York: Simon & Schuster.
- Wilson, M., & Daly, M. 1992. The man who mistook his wife for a chattel. In Barkow, Cosmides, & Tooby, 1992.
- Wimmer, H., & Perner, J. 1983. Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103–128.
- Winograd, T. 1976. Towards a procedural understanding of semantics. *Revue Internationale de Philosophie*, 117–118, 262–282.
- Wolfe, T. 1975. *The painted word*. New York: Bantam Books.
- Wootton, R. J. 1990. The mechanical design of insect wings. *Scientific American*, November.
- Wright, L. 1995. Double mystery. *New Yorker*, August 7, pp. 45–62.
- Wright, R. 1988. *Three scientists and their gods: Looking for meaning in an age of information*. New York: HarperCollins.
- Wright, R. 1994a. *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*. New York: Pantheon.
- Wright, R. 1994b. Feminists, meet Mr. Darwin. *New Republic*, November 28.
- Wright, R. 1995. The biology of violence. *New Yorker*, March 13, pp. 67–77.
- Wynn, K. 1990. Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155–193.

- Wynn, K. 1992. Addition and subtraction in human infants. *Nature*, 358, 749–750.
- Yellen, J. E., Brooks, A. S., Cornelissen, E., Mehlman, M. J., & Steward, K. 1995. A Middle Stone Age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*, 268, 553–556.
- Young, A. W., & Bruce, V. 1991. Perceptual categories and the computation of ‘grandmother.’ *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 5–49.
- Young, L. R., Oman, C. M., Watt, D. G. D., Money, K. E., & Lichtenberg, B. K. 1984. Spatial orientation in weightlessness and readaptation to earth’s gravity. *Science*, 225, 205–208.
- Zahavi, A. 1975. Mate selection—A selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, 53, 205–214.
- Zaitchik, D. 1990. When representations conflict with reality: The preschooler’s problem with false beliefs and “false” photographs. *Cognition*, 35, 41–68.
- Zentner, M. R., & Kagan, J. 1996. Perception of music by infants. *Nature*, 383, 29.
- Zicree, M. S. 1989. *The Twilight Zone companion*. 2.^a ed., Hollywood: Silman-James Press.



STEVEN PINKER (Montreal, Canadá, 18 de septiembre de 1954). Catedrático y de psicología y director del Centro para la Neurociencia Cognitiva en el Instituto de tecnología de Massachussets. Se formó en McGill y Harvard, y enseñó en Harvard y Stanford antes de trasladarse al MIT. Ha ganado numerosos premios por su investigación, docencia y publicaciones, entre las que se destaca *El instinto del lenguaje*. Es colaborador habitual de Time, The New Republic y New York Times.

Obras: *El instinto del lenguaje: cómo crea el lenguaje la mente*, 1994, *Cómo funciona la mente*. Destino (2001, 2007), *La tabla rasa. La negación moderna de la naturaleza humana*. Paidós Ibérica (2003), *El mundo de las palabras*. Paidós (2007), *Los ángeles que llevamos dentro. El declive de la violencia y sus implicaciones*. Paidós, 2011. *En defensa de la Ilustración: Por la razón, la ciencia, el humanismo y el progreso*. Paidós, 2018.

Notas

Capítulo 1. Dotación de serie

[1] Visión del ojo del robot: Poggio, T., «Vision by man and machine», *Scientific American*, abril (1984). <<

[2] Construir un sistema visual: Marr, 1982, *Vision*; Poggio, T., «Vision by man and machine», (1984); Aloimonos & Rosenfeld, «Computer vision», *Science*, 13 (1991), pp. 1249-1254; Wandell, B. A. *Foundations of vision*, Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 1995; Papathomas, T. V, Chubb, C., Gorea, A., & Kowler, E. (Eds.), *Early vision and beyond*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[3] Los problemas del tipo «qué fue primero, el huevo o la gallina», en la visión: Adelson, E. H. & Pentland, A. P. «The perception of shading and reflectance», en Knill, D., & Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*. New York: Cambridge University Press, 1996; Sinha & Adelson, Sinha, P., & Adelson, E. H. Verifying the ‘consistency’ of shading patterns and 3D structures, en *Proceedings of the IEEE Workshop on Qualitative Vision, New York*. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press. 1993a. Sinha, P., & Adelson, E. H. 1993b. Recovering reflectance and illumination in a world of painted polyhedra, en *Proceedings of the Fourth International Conference on Computer Vision*, Berlín. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press. <<

[4] Ley de Emmert, postimagen de múltiples tamaños, Rock, *The logic of perception*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1983. <<

[5] Emparejamiento de plantillas: Neisser, U., *Cognitive psychology*, Prentice-Hall, Engelwood Cliffs, Nueva Jersey, 1967; figura adaptada de Lindsay, P. H., y Norman, D. A., *Human Information processing*, Academic Press, Nueva York, 1972, pp. 2-6.
<<

[6] Locomoción mediante piernas: Raibert, M. H., y Sutherland, I. E., «Machines that walk», *Scientific American*, enero (1983); Raibert, M. H., «Legged robots», en P. H. Winston y S. A. Shellard (Eds.), *Artificial intelligence at MIT Expanding frontiers*, Vol. 2., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. <<

[7] «Andar», una acción abocada al desastre: French, M., *Invention and evolution: Design in nature and engineering*, Cambridge University Press, 2.^a ed., Nueva York, 1994. <<

[8] Brazos y flexos de estudio de arquitectura: Hollerbach, J. M., «Planning of arm movements», en Osherson, D. I., Kosslyn, S. M., y Hollerbach, J. M. (Eds.), *An invitation to cognitive Science, Vol. 2: Visual cognition and action*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. Bizzi, E., y Mussa-Ivaldi, F. A., «Muscle properties and the control of arm movements», en Osherson, D. I., Kosslyn, S. M., y Hollerbach, J. M. (Eds.), *An invitation to cognitive science, Vol. 2: Visual cognition and action*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. <<

[9] Galeno y la ingeniería inversa de la cabeza: Williams, G. C., *Natural selection: Domains levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992, p. 192.

<<

[10] Formas de asir: Trinkaus, E., «Evolution of human manipulation», en Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992 <<

[11] Solteros: Winograd, T., «Towards a procedural understanding of semantics», *Revue Internationale de Philosophie*, 117-118, (1976), pp. 262-282. <<

[12] Un sentido no tan común: Lenat, D. B., y Guha, D. V., *Building large knowledge-based systems*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1990. <<

[13] Inferencias sensibles: Cherniak, C., «Rationality and the structure of memory», *Synthese* 53, pp. 163-186; Dennett, D. C., «Cognitive wheels: The frame problem of AI», en Pylyshyn, Z. W. (Ed.), *The robot's dilemma. The frame problem in artificial intelligence*, Ablex, Norwood, Nueva Jersey, 1987. <<

[14] El problema de marco: Dennett, D. C., «Cognitive wheels: The frame problem of AI», en Pylyshyn, Z. W. (Ed.), *The robot's dilemma: The frame problem in artificial intelligence*, Ablex, Norwood, Nueva Jersey, 1987. <<

[15] Leyes de la robótica: Asimov, I., *I robot*, Bantam Books, Nueva York, 1950. (Versión castellana, *Yo, robot*, en Edhasa, Barcelona, 1975). <<

[16] El estudio del diseño de la agresión: Maynard Smith, J., *Evolution and the theory of games*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982; Tooby, J., y Cosmides, L., «The evolution of war and its cognitive foundations. Paper presented at the annual meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Arm Arbor, Michigan», *Institute for Evolutionary Studies Technical Report* pp. 88-1. University of California, Santa Bárbara, 1988. <<

[17] Lógica del amor: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Frank, R. H., *Passions within reason: The strategic role of the emotions*, Norton, Nueva York, 1988; Tooby, J., y Cosmides, L., «Friendship and the Banker's Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism», en J. Maynard Smith (Ed.), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*, British Academy, Londres, 1996; Fisher, H. E., *Anatomy of love. The natural history of monogamy, adultery and divorce*, Norton, Nueva York, 1992; Hatfield, E., y Rapson, R. L., *Love, sex and intimacy: Their psychology, biology, and history*, Harper Collins, Nueva York, 1993. <<

[18] Omisión del espacio visual izquierdo: Bisiach, E., y Luzzatti, C., «Unilateral neglect of representational space», *Cortex*, 14, (1978), pp. 129-133. Acromatopsia (ceguera al color cortical): Sacks, O., y Wasserman. R., «The case of the colorblind painter», *New York Review of Books*, 34, (1987), pp. 25-34. Ceguera ante el movimiento: Hess, R. H., Baker, C. L., y Zihl, J., «The “motion-blind” patient: Low level spatial and temporal filters», *Journal of Neuroscience*, 9, (1989), pp. 1628-1640. <<

[19] Agnosia (dificultad en el reconocimiento de los objetos): Farah, M. J., *Visual agnosia*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. Prosopagnosia (dificultad en el reconocimiento de los rostros): Etcoff, N. L., Freeman, R., y Cave, K. R., «Can we lose memories of faces? Content specificity and awareness in a prosopagnosic», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, (1991), pp. 25-41. Síndrome de Capgras (ausencia de familiaridad a pesar de la existencia de reconocimiento): Alexander, M., Stuss, M. P, y Benson, D. E, «Capgras syndrome: A reduplicative phenomenon», *Neurology*, 29 (1979), pp. 334-339. <<

[20] Múltiples áreas en el cerebro para la visión: Van Essen, D. C., y DeYoe, E. A., «Concurrent processing in the primate visual cortex», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[21] Gemelos separados al nacer: Lykken, D. T, McCue, M., Tellegen, A., y Bouchard, T. J., Jr., «Emergenesis: Genetic traits that may not run in families», *American Psychologist*, 47, (1992), pp. 1565-1577; Bouchard, T. J., Jr, Lykken, D. T., McCue, M., Segal, N. L., y Tellegen, A., «Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart», *Science*, 250, (1990), pp. 223-228; Bouchard, T. J., Jr., «Genes, environment, and personality», *Science*, 264, (1994), pp. 1700-1701; Plomin, R., «Environment and genes: Determinants of behavior», *American Psychologist*, 44, (1989), pp. 105-111; Plomin, R., Owen, M. J., y McGuffin, P., «The genetic basis of complex human behaviors», *Science*, 264, (1994), pp. 1733-1739; Wright, R., «The biology of violence», *New Yorker*, 13 de marzo (1995), pp. 67-77. <<

[22] Ingeniería inversa: Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). La psicología como ingeniería inversa: Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[23] La biología como ingeniería inversa: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966. Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Mayr, E., «How to carry out the adaptationist program», *The American Naturalist*, 121, (1983), pp. 324-334. <<

[24] La psicología sobre un nuevo fundamento: Darwin, C., *On the origin of species*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1859/1964. (Versión castellana Darwin, C., *El origen de las especies*, Alba editorial, Barcelona, 1997). <<

[25] Psicología evolutiva: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Tooby, J., «The emergence of evolutionary psychology», en D. Pines (Ed.), *Emerging syntheses in science*, Santa Fe Institute, Santa Fe, Nuevo México, 1985. Cosmides, L., *Deduction or Darwinian algorithms? An explanation of the «elusive» content effect on the Wason selection task*, tesis doctoral, Department of Psychology, Harvard University, 1985. Cosmides, L., y Tooby, J., «Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. Cosmides, L., y Tooby, J., «Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionarily rigorous cognitive science», *Cognition*, 50, (1994), pp. 41-77; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994; Buss, D. M., «Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science», *Psychological Inquiry*, 6, (1995), pp. 1-30; Mlman, W., *The stone-age present: How evolution has shaped modern life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994. <<

[26] Revolución cognitiva: Gardner, H., *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*, Basic Books, Nueva York, 1985 (versión castellana, *La nueva ciencia de la mente: historia de la revolución cognitiva*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1996); Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Dennett, D. C., *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978a. La revolución de la evolución: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Hamilton, W. D., *Narrow roads of gene land: The collected papers of W. D. Hamilton*, Vol. 1: *Evolution of social behavior*, W. H. Freeman, Nueva York, 1996; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición) Nueva York, 1976/1989 (Versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Dawkins, R., *The blind watchmaker: why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Maynard Smith, J., *The theory of evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1975/1993; Maynard Smith, J., *Evolution of the theory of games*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982; Tooby, J., *The evolution of sex and its sequelae*, tesis doctoral, Harvard University, 1988; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, 1994. <<

[27] ¿Qué es la información: Dretske, F. I., *Knowledge and the flow of information*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. <<

[28] Teoría computacional de la mente: Turing, A. M., «Computing machinery and intelligence», *Mind*, 59, (1950), pp. 433-460; Putnam, H., «Minds and machines», en S. Hook (Ed.), *Dimensions of mind: A symposium*, Nueva York University Press, New York, 1960; Simon, H. A., y Newell, A., «Information processing in computer and man», *American Scientist*, 52, (1964), pp. 281-300; Newell, A., y Simon, H. A., «Computer science as empirical inquiry: Symbols and search,» en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. Haugeland, J., «Semantic engines: An introduction to mind design» (1981b), en Haugeland, J. (Ed.), *op. cit.* Haugeland, J., «The nature and plausibility of cognitivism» (1981c), en Haugeland, J. (Ed.), *op. cit.*; Fodor, J. A., *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of Psychology*, Random House, Nueva York, 1968a (versión castellana, *La explicación psicológica*, Ediciones Cátedra, Madrid, 1980); Fodor, J. A., *The language of thought*, Crowell, Nueva York, 1975 (versión castellana, *El lenguaje del pensamiento*, Alianza Editorial, Madrid, 1985); Fodor, J. A., *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994 (versión castellana, *El olmo y la mente: el reino de la mente y su semántica*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1996); Pylyshyn, Z. W, *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984. <<

[29] Seres humanos que hablan, hormigas que cultivan: Cosmides, L., y Tooby, J., «Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionarily rigorous cognitive science», *Cognition*, 50, (1994), pp. 41-77. <<

[30] La especialización: Gallistel, C. R., «The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[31] La visión como óptica inversa: Poggio, T., «Vision by man and machine», *Scientific American*, abril (1984). <<

[32] Supuestos visuales: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Hoffman, D. D., «The interpretation of visual illusions», *Scientific American*, diciembre (1983). <<

[33] Los módulos según Fodor: Fodor, J. A., *The modularity of mind*: MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983 (versión castellana, *La modularidad de la mente*, Ediciones Morata, Madrid, 1986); Fodor, J. A., y otros, «Précis and multiple book review of “The modularity of mind”», *Behavioral and Brain Sciences*: 8, (1985), pp. 1-42. <<

[34] Chomsky sobre los órganos mentales: Chomsky, N., *Language and problems of knowledge: The Managua lectures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Chomsky, N. «Linguistics and cognitive science: Problems and mysteries», en A. Kasher (Ed.), *The Chomskyan turn*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1991; Chomsky, N., *Language and thought*, Wakefield, R. I, y Londres: Moyer Bell 1993.
<<

[35] Especialización de sistemas de inteligencia artificial: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Minsky, M., *The society of mind*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985; Minsky, M., y Papert, S., «Epilogue: The new connectionism», en Minsky, M., y Papert, S., *Perceptrons: Expanded edition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Pinker, S., y Prince, A., «On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition», *Cognition*, 28, (1988), pp. 73-193, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[36] Niños precoces: Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A., «Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995. Universales humanos: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[37] La mente no es una mezcla de biología y cultura: Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. El aprendizaje requiere mecanismos de aprendizaje innatos: Fodor, J. A., *The language of thought*, Crowell, Nueva York, 1975 (versión castellana, *El lenguaje del pensamiento*, Alianza Editorial, Madrid, 1985); Fodor, J. A., «The present status of the innateness controversy», en Fodor, J. A., *RePresentations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. <<

[38] Ensamblaje del cerebro: Stryker, M. P., «Precise development from imprecise rules», *Science*, 263, (1994), pp. 1244-1245; Cramer, K. S., y Sur, M., «Activity-dependent remodeling of connections in the mammalian visual system», *Current Opinion in neurobiology*, 5, (1995), pp. 106-111; Rakic, P., «Corticogenesis in human and nonhuman primates», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995a; Rakic, P., «Evolution of neocortical parcellation: the perspective from experimental neuroembryology», en Changeux, J.-P., y Chavailleon, J. (Eds.), *Origins of the human brain*, Oxford University Press, Nueva York, 1995b. <<

[39] Fuerzas evolutivas no selectivas: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Gould, S. J., y Lewontin, R. C., «The spandrels of San Marco and the Panglossian program: A critique of the adaptationist programme», *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, (1979), pp. 281-288. La selección natural como ingeniero: Darwin, C., *On the origin of species*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1859/1964 (versión castellana, Darwin, C., *El origen de las especies*, Alba editorial, Barcelona, 1997); Dawkins, R., «Universal Darwinism», en D. S. Bendall (Ed.), *Evolution from molecules to man*, Cambridge University Press, Nueva York, 1983; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Dawkins, R., *River out of Eden: A Damnnian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of Ufe*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[40] El ojo como puente cartesiano: Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[41] Criterios para la adaptación: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). <<

[42] Mareos y vómitos durante el embarazo: Profet, M., «Pregnancy sickness as adaptation: A deterrent to maternal ingestion of teratogens», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[43] La evolución como innovador: Tooby, J., y Cosmides, L., «Adaptation versus phylogeny: The role of animal psychology in the study of human behavior», *International Journal of Comparative Psychology*, 2, (1989), pp. 105-118. <<

[44] Sociobiología frente psicología evolutiva: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby; J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[45] El comportamiento no es ahora adaptativo; la mente solía ser adaptativa: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424. <<

[46] Éxito reproductivo: Could, S. J., «The confusion over evolution», *New York Review of Books*, 19 de noviembre, (1992); enfoque genético: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Dawkins, R., «Universal Darwinism», en D. S. Bendall (Ed.), *Evolution from molecules to man*, Cambridge University Press, Nueva York, 1983; Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995; Sterelny, K., y Kitcher, P., «The return of the gene», *Journal of Philosophy*, 85, (1988), pp. 339-361; Kitcher, P., «Gene: current usages», en E. F. Keller y E. A. Lloyd (Eds.), *Keywords in evolutionary biology*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1992; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). Contra el enfoque genético: Gould, S. J., «Caring groups and selfish genes», (1980b) en Gould, S. J., *The panda's thumb*, Norton, Nueva York, 1980a; Gould, S. J., «What happens to bodies if genes act for themselves?» (1983b), en Gould, S. J., *Hens' teeth and horses' toes* Norton, Nueva York, 1983a. <<

[47] El Modelo Estándar de las Ciencias Sociales: Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[48] Histerismo en relación a la sociobiología: Wright, R., *Three scientists and their gods: Looking for meaning in an age of information*, Harper Collins, Nueva York, 1988; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Wilson, E. O., *Naturalist*, Island Press, Washington, D. C., 1994. Insinuaciones: Lewontin, R. C., Rose, S., y Karnn, L. J., *Not in our genes*, Pantheon, Nueva York, 1984 (versión castellana, *No está en los genes*, Editorial Crítica, Barcelona, 1987). No en el libro de Dawkins: véase Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989, p. 20 (versión castellana *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994), con Lewontin, R. C., Rose, S., y Karnn, L. J., *Not in our genes*, Pantheon, Nueva York, 1984 (versión castellana, *No está en los genes*, Editorial Crítica, 1987) y Levins, R., y Lewontin, R. C., *The dialectical biologist*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1985, pp. 88, 128. Campaña de desprestigio en *Scientific American*: Horgan, J., «Eugenics revisited», *Scientific American*, junio (1993); Horgan, J., «The new Social Darwinists», *Scientific American*, octubre (1995a). Demasiado peligrosa para ser enseñada: Hrdy, S. B., «Interview» (1994) en T. A. Bass, *Reinventing the future: Conversations with the world's leading scientists*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1994. <<

[49] Freeman, Mead y Samoa: Freeman, D., *Margaret Mead and Samoa: The making and unmaking of an anthropological myth*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1983; Freeman, D., «Paradigms in collision», *Academic Questions*, 5, (1992), pp. 23-33. <<

[50] Declaración de Sevilla: La Declaración de Sevilla sobre la Violencia, Sevilla sobre la violencia, La Declaración de, *American Psychologist*, 45, (1990), pp. 1167-1168. <<

[51] Preferencias inauténticas: Sommers, C. H., *Who stole feminism?*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994. <<

[52] La naturaleza humana universal: Tooby, J., y Cosmides, L., «On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation», *Journal of Personality*, 58, (1990b), pp. 17-67. <<

[53] Feminismo de la diferencia: Sommers, C. H., *Who stole feminism?*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994; Patai, D., y Koertge, N., *Professing feminism: Cautionary tales from the strange world of women's studies*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[*] Tema de un debate político vivo en Estados Unidos: se trata de una práctica o principio consistente, por ejemplo, a la hora de asignar un empleo o una plaza de formación, en dar preferencia a aquellos que a menudo son tratados con injusticia, sobre todo en razón de su sexo o raza. (*N. del T.*) <<

[54] No tan noble: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992; Keeley, L. H., *War before civilization: The myth of the peaceful savage*, Oxford University Press, Nueva York, 1996. <<

[55] Religión y modularidad: Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[56] La desafiante cualidad de ser una mujer: Gordon, M., «What makes a woman a woman? (Review of E. Fox-Cenovese's "Feminism is not the story of my life")», *Nueva York Times Book Review*, 14 de enero (1996), p. 9. <<

[57] Compañeros promiscuos: Rose, S., «Pre-Copernican sociobiology?», *New Scientist*, 80, (1978), pp. 45-46. <<

[*] «Men at some time are masters of their fates: The fault, dear Brutus, lies not in our stars, But in ourselves» <<

[58] El alegato de malos tratos y otros dudosos factores atenuantes: Dershowitz, A. M. *The abuse excuse*, Little Brown, Boston, 1994. <<

[59] Exculpación progresiva: Dennett, D. C., *Elbow room: The varieties of free will worth wanting*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Wright, R., «The biology of violence», *New Yorker*, 13 de Marzo (1995), pp. 67-77.
<<

[60] Responsabilidad moral compatible con la causalidad neurofisiológica y evolutiva: Dennett, D. C., *Elbow room: The varieties of free will worth wanting*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Nozick, R., *Philosophical explanations*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981, pp. 317-362 (véanse en castellano, *Meditaciones sobre la vida*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1992, *La naturaleza de la racionalidad*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1995). <<

[61] Del gen gay: Hamer, D., y Copeland, P., The science of desire: The search for the gay gene and the biology of behavior, Simon & Schuster, Nueva York, 1994. <<

[62] Desconstruir el género: Lorber, J., *Paradoxes of gender*, Yale University Press, New Haven, 1994. Binarias desconstructivas: Katz, J. N., *The invention of homosexuality*, Dutton, Nueva York, 1995. Desconstruir el deconstructivismo: Carroll, J., *Evolution and literary theory*, University of Missouri Press, Columbia, 1995; Sonmmers, C. H., *Who stole feminism?*, Simon & Schuster, New York, 1994; Paglia, C., *Sex, art, and American culture*, Vintage, Nueva York, 1992; Searle, J., «The word turned upside down», *Nueva York Review of Books*, 27 de octubre (1983), pp. 74-79; Searle, J. R., «Rationality and realism: What is at stake?», *Daedalus*, 122, (1993), pp. 55-83. <<

Capítulo 2. Máquinas pensantes

[1] *The Twilight Zone companion (La dimensión desconocida)*. Zicree, 1989. <<

[2] Louis Armstrong sobre la conciencia: citado en Block, N., «Troubles with functionalism», en C. W. Savage (Ed.), *Perception and cognition: Issues in the foundations of psychology. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 9. Minneapolis: University of Minnesota, 1978. <<

[3] Los alienígenas correctos: entrevista de D. C. Denison, *Boston Globe Magazine*, 18 junio (1995). <<

[4] Anales inteligentes contra máquinas idiotas: James, W., *The principles of psychology*, New York: Dover, 1890/1950. <<

[5] ¿Qué es la inteligencia?, Dennett, D. C. «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C. *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Cambridge, Massachusetts: Bradford Books/MIT Press, 1978a; Newell, A. & Simon, H. A., *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1972; Newell, A., & Simon, H. A. 1981. «Computer science as empirical inquiry: Symbols and search», en Haugeland, J. (Ed). *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*. Cambridge, Massachusetts: Bradford Books/MIT Press, 1981a; Pollard, J. L., «The phylogeny of rationality», *Cognitive Science*, 17, (1993), pp. 563–588. <<

[6] Skinner desollado: Chomsky, N., «A review of B. F. Skinner's *Verbal behavior*», *Language*, 35, (1959) pp. 26–58; Fodor, J. A., *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of Psychology*. Nueva York: Random House, 1968a, (versión castellana, *La explicación psicológica*, Ediciones Cátedra, Madrid, 1980); Fodor, J. A., «Why paramecia don't have mental representations», 1986, en P. Rench, T. Uehling, Jr., & H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1986; Dennett, D. C., «Artificial intelligence as philosophy and as psychology», (1978d), en Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C. *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Cambridge, Massachusetts: Bradford Books/MIT Press, 1978a <<

[7] Creencias y deseos: Fodor, J. A., *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of Psychology*, Random House, Nueva York, 1968a, (versión castellana, *La explicación psicológica*, Ediciones Cátedra, Madrid, 1980); Fodor, J. A., «The appeal to tacit knowledge in psychological explanation», *Journal of Philosophy*, 65, (1968b), pp. 627-640; Fodor, J. A., *The language of thought*, Crowell, Nueva York, 1975; Fodor, J. A., «Why paramecia don't have mental representations», en P. Rensch, T. Uehling, Jr., y H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1986; Fodor, J. A., *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994 (versión castellana, *El olmo y la mente: el reino de la mente y su semántica*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1996); Dennett, D. C., «Artificial intelligence as philosophy and as psychology» (1978d), en Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C., *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978a; Newell, A., y Simon, H. A., «Computer science as empirical inquiry: Symbols and search», en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981a; Pylyshyn, Z. W., y otros. «Computation and cognition: Issues in the foundations of cognitive science», *Behavioral and Brain Sciences*, 3, (1980), pp. 111-169; Pylyshyn, Z. W., *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981a; Haugeland, J., «Semantic engines: An introduction to mind design» (1981b), en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981; Haugeland, J., «The nature and plausibility of cognitivism» (1981c), en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981; Johnson-Laird, P., *The computer and the mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[8] ¿Qué es la información?: Dretske, F. I., *Knowledge and the flow of information*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. <<

[9] Máquinas de Turing: Moore, E. F. (Ed.), *Sequential machines: Selected papers*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1964. <<

[*] En la carpeta extensiones del sistema se inserta un microprograma que simula el directorio del sistema operativo del PC. (*N. del T.*) <<

[10] Sistemas generativos: Newell, A., y Simon, H. A., *Human problem solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1972. Newell, A., y Simon, H. A., «Computer science as empirical inquiry: Symbols and search», en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981a; Newell, A., *Unified theories of cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Anderson, J. R. *The architecture of cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1983, Anderson, J. R. *Rules of the mind*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1993. <<

[*] «Bundy Beats Date with Chair» significa por un lado que el inculpado tiene el récord de penas de muerte y, por otro, que vence el récord de ser ejecutado sólo una vez al tener dos sentencias de pena de muerte. Además, da a entender que vence la cita con la silla eléctrica. (*N. del T.*) <<

[11] Definición amplia de computación: Fodor, J. A., y Pylyshyn, Z., «Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis», *Cognition*, 28, (1988), pp. 3-71. Reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Fodor, J. A., *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994 (versión castellana, *El olmo y la mente: el reino de la mente y su semántica*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1996). <<

[12] El espíritu (o fantasma) en la máquina: Ryle, G., *The concept of mind*, Penguin, Londres, 1949. Espíritus en la máquina de la mente: Kosslyn, S. M., *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*, Norton, Nueva York, 1983.
<<

[13] Homúnculos estúpidos: Fodor, J. A., «The appeal to tacit knowledge in psychological explanation», *Journal of Philosophy*, 65, (1968b), pp. 627-640; Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C. *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978, pp. 123-124. <<

[14] El significado en la mente: Loewer, B., y Rey, B. (Eds.), *Meaning in mind: Fodor and his critics*. Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1991; McGinn, G., *Mental content*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1989a; Block, N., «Advertisement for a semantics for psychology», en P. Rench, T. Uehling, Jr, y H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1986; Fodor, J. A., *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994 (versión castellana, *El olmo y la mente: el reino de la mente y su semántica*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1996); Dietrich, E. (Ed.), *Thinking computers and virtual persons: Essays on the intentionality of machines*, Academic Press, Boston, 1994. <<

[15] Biología del significado: Millikan, R., *Language, thought, and other biological categories*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Block, N., «Advertisement for a semantics for psychology», en P. Rench, T. Uehling, Jr, y H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1986; Pinker, S., «Beyond folk psychology (Review of J. A. Fodor's "The elm and the expert")», *Nature*, 373, (1995), pp. 205; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Field, H., «Logic, meaning and conceptual role», *Journal of Philosophy*, 69, (1977), pp. 379-408, <<

[16] Inteligencia artificial en la vida cotidiana: Crevier, D., *Al: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1993; Hendler, J., «High-performance artificial intelligence», *Science*, 265, (1994), pp. 891-892. <<

[17] Sobre qué no pueden hacer los ordenadores: Dreyfus, H, *what computers can't do*, Harper y Row, 2.^a ed, Nueva York, 1979; Weizenbaum, J., *Computer power and human reason*, W. H. Freeman, San Francisco, 1976; Crevier, D., *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1993. <<

[18] Hablan los expertos: Cerf, G., y Navasky, V, *The experts speak*. Pantheon, Nueva York, 1984. <<

[19] Computación Natural: término acuñado por Whitman Richards. <<

[20] El cerebro computacional: Churchland, P. S., y Sejnowski, T. J., *The computational brain*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992. <<

[21] Representación y generalización: Pylyshyn, Z. W, *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Fodor, J. A., y Pylyshyn, Z., «Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis», *Cognition*, 28, (1988), pp. 3-71, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Pinker, S., *Language learnability and language development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Pinker, S., y Prince, A., «On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition», *Cognition*, 28, (1988), pp. 73-193, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols* MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[*] El cantante de jazz sustituye con sílabas sin sentido improvisadas las palabras de una canción, e intenta parecer un instrumento musical. (*N. del T.*). <<

[22] La inmensidad del lenguaje: Pinker, S., *The language instinct*, Harper Collins, Nueva York, 1994 (versión castellana, *El instinto del lenguaje: cómo crea el lenguaje la mente*, Alianza Editorial, Madrid, (1996)/1999); Miller, G., *The psychology of communication*, Penguin, Londres, 1967. <<

[23] De la melancolía de John Stuart Mil] en relación a las melodías: citada por Sowell, T., *The visión of the anointed: Self-congratulation as a basis for social policy*, Basic Books, Nueva York, 1995. <<

[24] Representaciones mentales en el laboratorio: Posner, M. I., *Chronometric explorations of mind*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1978. <<

[25] Representaciones múltiples: Anderson, J. R., *The architecture of cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1983. Imágenes visuales: Kosslyn, S. M., *Image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980; Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994; Pinker, S. (Ed.), *Visual cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984b; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63. Bucles de memoria a corto plazo: Baddeley, A. D., *Working memory*, Oxford University Press, Nueva York, 1986. Bloques de información: Miller, G. A., «The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information», *Psychological Review*, 63, (1956), pp. 81-96; Newell, A., y Simon, H. A., *Human problem solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey 1972. Representación gramatical: Chomsky, N. «Linguistics and cognitive science: Problems and mysteries», en A. Kasher (Ed.), *The Chomskyan turn*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1991; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Pinker, S., *The language instinct*, Harper Collins, Nueva York, 1994 (versión castellana, *El instinto del lenguaje: como crea el lenguaje la mente*, Alianza Editorial, Madrid, (1996/1999)). <<

[26] Mentalés: Anderson, J. R., y Bower, G. H., *Human associative memory*, Wiley, Nueva York, 1973; Fodor, J. A., *The language of thought*, Crowell, Nueva York, 1975 (versión castellana, *El lenguaje del pensamiento*, Alianza Editorial, Madrid, 1985); Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Jackendoff, R., *Semantic structures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Jackendoff, R., *Patterns in the mind: Language and human nature*, Basic Books, Nueva York, 1994; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989; Pinker, S., *The language instinct*, Harper Collins, Nueva York, 1994 (versión castellana, *El instinto del lenguaje: como crea el lenguaje la mente*, Alianza Editorial, Madrid, (1996)/1999). <<

[27] Inputs procesados por el hipocampo: Churchland, P. S., y Sejnowski, T. J., *The computational brain*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992, p. 286. Inputs procesados del lóbulo frontal: Crick, E, y Koch, C., «Are we aware of neural activity in primary visual cortex?», *Nature*, 375, (1995), pp. 121-123. <<

[28] Estilo de programación: Kernighan, B. W., y Plauger, P. J., *The elements of programming style*, McGraw-Hill, 2.^a ed, Nueva York, 1978. <<

[29] Arquitectura de la complejidad: Simon, H. A., «The architecture of complexity», en H. A. Simon, *The sciences of the artificial*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1969. <<

[30] Tempus y Hora: Simon, H. A., «The architecture of complexity», en H. A. Simon, *The sciences of the artificial*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1969, p. 188. <<

[31] La Habitación China: Block, N., «Troubles with functionalism», en C. W. Savage (Ed.), *Perception and cognition: Issues in the foundations of psychology. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 9, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1978; Searle, J. R., y otros, «Minds, brains, and programs», *The Behavioral and Brain Sciences*, 3,(1980), pp. 417-457. <<

[32] Comentario a la Habitación China: Searle, J. R., y otros, «Minds, brains, and programs», *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, (1980), pp. 417-457; Dietrich, E. (Ed.), *Thinking computers and virtual persons: Essays on the intentionality of machines*, Academic Press, Boston, 1994. Actualización de la Habitación China: Searle, J. R., y otros, «Consciousness, explanatory inversion, and cognitive science», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1992), pp. 585-642. <<

[33] Refutaciones de la Habitación China: Churchland, P., y Churchland, R. S., «Could a machine think?», en Dietrich, E. (Ed). *Thinking computer and virtual persons: Essays on the intentionality of machines*, Academic Press, Boston, 1994; Chomsky, N, *Language and thought*, Wakefield, R. I, y Londres: Moyer Bell, 1993; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). <<

[34] Están hechos de carne: Bisson, T., «They're made out of meat. From a series of stories entitled Alien/Nation», *Omni*, abril (1991). <<

[35] Le nueva mente del emperador: Penrose, R., *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*, Oxford University Press, Nueva York, 1989 (versión castellana, *La nueva mente del emperador*, Grijalbo-Mondadori, Barcelona, 1996); Penrose, R., y otros, «Précis and multiple book review of *The emperor's new mind*», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1990), pp. 643-705. Actualizado: Penrose, R., *Shadows of the mind: A search for the missing science of consciousness*, Oxford University Press, Nueva York, 1994. <<

[36] El nuevo libro del emperador: Penrose, R., *The emperor's new mind: Concerning computer, minds, and the laws of physics*, Oxford University Press, Nueva York, 1989 (versión castellana, *La nueva mente del emperador*, Grijalbo-Mondadori, Barcelona, 1996); Wilczek, E, «A call for a new physics (Review of R. Penrose's "The emperor's new mind")», *Science*, 266, (1994), pp. 1737-1738; Putnam, H., «The best of all possible brains? (Review of R. Penrose's «Shadows of the mind»)» *New York Times Book Review*, 20 de noviembre (1994), p. 7; Crick, E, *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*, Simon & Schuster, New York, 1994; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings o life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). <<

[37] La tortuga y Aquiles: Carroll, L., «What the tortoise said to Achilles and other riddles» (1895) en J. R. Newman (Ed.), *The world of mathematics*, Vol. 4, Simon & Schuster, Nueva York, 1956 (versión castellana, *Matemática demente*, Tusquets Editores, Barcelona, 1999). <<

[38] Redes neurológicas: McCulloch, W. S., y Pitts, W, «A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity», *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, (1943), pp. 115-133. <<

[39] Redes neurales: Hinton, G. E., y Anderson, J. A, *Parallel models of associative memory*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Feldman, J., y Ballard, D., «Connectionist models and their properties», *Cognitive Science*, 6, (1982), pp. 205-254. Rumelhart, D., McClelland, J., y el PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Grossberg, S. (Ed.), *Neural networks and natural intelligence*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Churchland, P. S., y Sejnowski, T. J., *The computational brain*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992; Quinlan, P., *An introduction to connectionist modeling*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1992. <<

[*] *Location* (localización) es un término usado en informática para designar cada una de las posiciones en un dispositivo de registro o memoria capaz de almacenar una palabra máquina. (*N. del T.*). <<

[40] Red de Necker: Feldman, J., y Ballard, D., «Connectionist models and their properties», *Cognitive Science*, 6, (1982), pp. 205-254. <<

[41] Asociadores de configuración: Hinton, G. E., McClelland, J. L., y Rumelhart, D. E., «Distributed representations», en Rumelhart, D., McClelland, J., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Rumelhart, D. E., y McClelland, J. L., «On learning the past tenses of English verbs. Implicit rules or parallel distributed processing?» (1986b), en Rumelhart, D., McClelland, J., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986. <<

[*] El autor alude a la operación lógica de disyunción exclusiva. (*N. del T.*). <<

[42] Problemas con los perceptrones: Minsky, M., y Papert, S., «Epilogue: The new connectionism», en Minsky, M., y Papert, S., *Perceptrons: Expanded edition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988a; Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., y Williams, R. J., «Learning representations by back-propagating errors», *Nature*, 323, (1986), pp. 533-536. <<

[43] Redes de capas ocultas como aproximadores de función: Poggio, T, y Girosi, F., «Regularization algorithms for learning that are equivalent to multilayer networks», *Science*, 247, (1990), pp. 978-982. <<

[44] Conexionismo: Rumelhart, D., McClelland, J., y el PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., y el PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 2: *Psychological and biological models*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Smolensky, P., y otros, «On the proper treatment of connectionism», *Behavioral and Brain Sciences*, 11, (1988), pp. 1-74; Morris, R. G. M. (Ed.), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*, Oxford University Press, Nueva York, 1989. Por qué los seres humanos son más listos que las ratas: Rumelhart, D. E., y McClelland, J. L., «PDP models and general issues in cognitive science» (1986a), en Rumelhart, D., McClelland, J., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986, p. 143. <<

[45] Debate sobre el tiempo verbal del pasado: Rumelhart, D. E., y McClelland, J. L., «On learning the past tenses of English verbs. Implicit rules or parallel distributed processing?» (1986b), en Rumelhart, D., McClelland, J., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol. 1: Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Pinker, S., y Prince, A., «On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition», *Cognition*, 28, (1988), pp. 73-193, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Pinker, S., y Prince, A., «Regular and irregular morphology and the psychological status of rules of grammar», en S. D. Lima, R. L. Corrigan, y G. K. Iverson (Eds.), *The reality of linguistic rules*, John Benjamins, Filadelfia, 1994; Prince, A., y Pinker, S., «Rules and connections in human language», *Trends in Neurosciences*, 11, (1988), pp. 195-202, reeditado en Morris, R. G. M. (Ed.), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*, Oxford University Press, Nueva York, 1989; Pinker, S., «Rules of language», *Science*, 253, (1991), pp. 530-535. Prasada, S., y Pinker, S., «Generalizations of regular and irregular morphological patterns», *Language and Cognitive Processes*, 8, (1993), pp. 1-56; Marcus, G. F., Brinkmann, U., Clahsen, H., Wiese, R., y Pinker, S., «German inflection: The exception that proves the rule», *Cognitive Psychology* 29, (1995), pp. 189-256. <<

[46] Problemas que plantea el conectoplasma: Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Pinker, S., y Prince, A., «On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition», *Cognition*, 28, (1988), pp. 73-193, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Prince, A., y Pinker, S., «Rules and connections in human language», *Trends in Neurosciences*, 11, (1988), pp. 195-202, reeditado en Morris, R. G. M. (Ed.), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*, Oxford University Press, Nueva York, 1989; Prasada, S., y Pinker, S., «Generalizations of regular and irregular morphological patterns», *Language and Cognitive Processes*, 8, (1993), pp. 1-56; Marc G. F., «Rethinking eliminative connectionism», manuscrito inédito, Amherst, University of Massachusetts, 1997a; Marcus, G. F., «Concepts, features, and variables, manuscrito inédito, Amherst, University of Massachusetts, 1997b; Marcus, G. F., *algebraic mind*, MIT Press (en proceso editorial), Cambridge, Massachusetts; Fodor, J. A., y Pylyshyn, Z., «Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis», *Cognition*, 28, (1988), pp. 3-71 reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Fodor, J. A., y McClaughin, B., «Connectionism and the problem of systematicity: Why Smolenskys solution doesn't work», *Cognition*, 35, (1990), pp. 183-204; Minsky, M., y Papert, S., «Epilogue: The new connectionism», (1988b) en Minsky, M., y Papert, S., *Perceptrons: Expanded edition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Lachter, J., y Bever, T. G., «The relation between linguistic structure and associative theories of language learning -A constructive critique of some connectionist learning models», *Cognition*, 28, (1988), pp. 195-247, reeditado en Pinker y Mehler, 1988; Anderson, J. R., *The adaptive character of thought*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Anderson, J. R., *Rules of the mind*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1993; Newell, A., *Unified theories of cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Ling, C., y Marinov, M., «Answering the connectionist challenge: A symbolic model of learning the past tenses of English verbs», *Cognition*, 49, (1993), pp. 235-290; Hadley, R. F., «Systematicity in connectionist language learning», *Mind and Language*, 9, (1994a), pp. 247-272; Hadley, R. E., «Systematicity revisited: Reply to Christiansen and Chater and Niklasson and Van Celder», *Mind and Language*, 9, (1994b), pp. 431-444. <<

[47] Hume sobre la continuidad y la semejanza: Hume, D., *Inquiry concerning human understanding*, Bobbs-Merrill, Indianápolis, 1748/1955. <<

[48] De la cereza que desaparece: Berkeley, G., *Three dialogues between Hylas and Philonous*, en M. W. Calkins (Ed.), *Berkeley Selections*, Scribner's, Nueva York, 1713/1929, pp. 324 (versión castellana, en *Tres diálogos entre Hylas y Filonus*, Espasa Calpe, Madrid, 1996). <<

[49] Identificar a los individuos: Bloom, R, «Possible individuals in language and cognition», *Current Directions in Psychological Science*, 5, (1996), pp. 90-94. <<

[50] Amar a un gemelo: Wright, L., «Double mystery» *New Yorker*, 7 de agosto (1995), pp. 45-62. <<

[51] ¿Qué hermano *Blick* mordió?, *Boston Globe*, 1990. <<

[52] Ñus y cebras opuestos a hienas y leones: ponencia personal de Daniel Dennett. <<

[53] Sistemática de los pensamientos: Fodor, J. A., y Pylyshyn, Z., «Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis», *Cognition*, 28, (1988), pp. 3-71, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[54] Problemas de las proposiciones representativas: Hinton, G. E., «Implementing semantic networks in parallel hardware», en Hinton, G. E., y Anderson, J. A., *Parallel models of associative memory*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981. <<

[55] Propositiones en redes: Hinton, G. E., «Implementing semantic networks in parallel hardware», en Hinton, G. E., y Anderson, J. A., *Parallel models of associative memory*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; McClelland, J. L., y Kawamoto, A. H., «Mechanisms of sentence processing: Assigning roles to constituents of sentences», en McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 2: *Psychological and biological models*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Shastri, L., Ajjanagadde, V., y otros, «From simple associations to systematic reasoning: A connectionist representation of rules, variables, and dynamic bindings using temporal synchrony», *Behavioral and Brain Sciences*, 16, (1993), pp. 417-494; Smolensky, R., «Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems», *Artificial Intelligence*, 46, (1990), pp. 159-216; Smolensky, P., «Reply: Constituent structure and explanation in an integrated connectionist/symbolic cognitive architecture», en C. MacDonald y G. MacDonald (Eds.), *Connectionism: Debates on Psychological Explanations*, Vol. 2, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1995. Pollack, J. B., «Recursive distributed representations», *Artificial Intelligence*, 46, (1990), pp. 77-105; Hadley, R. F., y Hayward, M., *Strong semantic systematicity from unsupervised connectionist learning*. Technical Report CSS-ISTR94-02, School of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, BC, 1994. <<

[56] Redes amnésicas: McCloskey, M., y Cohen, N. J., «Catastrophic interference in connectionist networks: The sequential learning problem», en G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 23, Academic Press, Nueva York, 1989; Ratcliff, R., «Connectionist models of recognition memory: Constraints imposed by learning and forgetting functions», *Psychological Review*, 97, (1990), pp. 285-308. *A bat broke the window*: McClelland, J. L., y Kawamoto, A. H., «Mechanisms of sentence processing: Assigning roles to constituents of sentences», en McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., y the PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 2: *Psychological and biological models*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986. <<

[57] Recuerdos múltiples: Sherry, D. F., y Schacter, D. L., «The evolution of multiple memory systems», *Psychological Review*, 94, (1987), pp. 439-454. Recuerdos múltiples conexionistas: McClelland, J. L., McNaughton, B. L., y O'Reilly, R. C., «Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 419-457. <<

[58] Redes de transición recursivas para la comprensión de oraciones: Pinker, S., *The language instinct*, Harper Collins, Nueva York, 1994 (versión castellana, *El instinto del lenguaje: cómo crea el lenguaje la mente*, Alianza Editorial, Madrid, (1996)/1999, capítulo 7). <<

[59] Redes recurrentes: Jordan, M. I., «Serial order: A parallel distributed processing approach», en J. L. Elman y D. E. Rumelhart (Eds.), *Advances in connectionist theory*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1989; Elman, J. L., «Finding structure in time», *Cognitive Science*, 14, (1990), pp. 179-211; Giles, C. L., *et al.*, «Higher order recurrent networks and grammatical inference», en D. S. Touretzky (Ed.), *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2 (1990). Morgan Kaufmann, San Mateo, California. Fracaso de las redes recurrentes para tratar proposiciones: Marcus, G. F., «Rethinking eliminative connectionism», manuscrito inédito, Amherst, University of Massachusetts, 1997a. Procesadores conexionistas de proposiciones: Pollack, J. B., «Recursive distributed representations», *Artificial Intelligence*, 46, (1990), pp. 77-105; Berg, G., «Learning recursive phrase structure: Combining the strengths of PDP and X-bar syntax», en *Proceedings of the International joint Conference on Artificial Intelligence Workshop on Natural Language Learning*, 1991; Chalmers, D. J., «Syntactic transformations on distributed representations», *Connection Science*, 2, (1990), pp. 53-62. <<

[60] Categorías difusas: Rosch, E., «Principles of categorization», en E. Rosch y B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1978; Smith, E. E., y Medin, D. L., *Categories and concepts*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. Categorías difusas en el conectoplasma: Whittlesea, B. W. A., «Selective attention, variable processing, and distributed representation: Preserving particular experiences of general structures». En Morris, R. G. M. (Ed. J, *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*, Oxford University Press, Nueva York, 1989; McClelland, J. L., y Rumelhart, D. E., «Distributed memory and the representation of general and specific information», *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, (1985), pp. 159-188. <<

[61] Problemas de las categorías difusas: Armstrong, S. L., Cleitman, L. R., y Cleitman, R., «What some concepts might not be», *Cognition*, 13, (1983), pp. 263-308; Rey, G., «Concepts and stereotypes», *Cognition*, 15, (1983), pp. 237-262; Pinker, S., y Prince, A., «On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition», *Cognition*, 28, (1988), pp. 73-193, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1988; Marcus, G. F., «Concepts, features, and variables», manuscrito inédito, Amherst, University of Massachusetts, 1997b; Medin, D. L., «Concepts and conceptual structure» *American Psychologist*, 44, (1989), pp. 1469-1481; Smith, E. E., Langston, C., y Nisbett. R., «The case for rules in reasoning», *Cognitive Science*, 16, (1992), pp. 1-40; Keil, F. C., *Concepts, kinds, and cognitive development*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1939. <<

[62] Gorilas y cebollas: Hinton, G. E., McClelland, J. L., y Rumelhart, D. E., «Distributed representations», en Rumelhart, D., McClelland, J., y the PDP Research Group *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Vol. 1: *Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986, p. 82.
<<

[63] Dieta de los simios: Glander, K. E., «Selecting and processing food», en Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992. <<

[64] Generación basada en la explicación: Pazzani, M., «Explanation-based learning for knowledge-based systems», *International Journal of Man-Machine Studies*, 26, (1987), pp. 413-433. Pazzani, M., y Dyer, M., «A comparison of concept identification in human learning and network learning with the Generalized Delta Rule», en *Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87)*, Morgan Kaufmann, Los Altos, California, 1987; Pazzani, M., y Kibler, D., «The utility of knowledge in inductive learning», *Machine Learning*, 9,(1993), pp. 57-94; De Jong, G. F., y Mooney, R. J., «Explanation-based learning: An alternative view», *Machine Learning* 1, (1986), pp. 145-176. <<

[65] Silogismos soritas: Fodor, J. A., y Pylyshyn, Z., «Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis», *Cognition*, 28, (1988), pp. 3-71, reeditado en Pinker, S., y Mehler, J. (Eds.), *Connections and symbols*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Poundstone, W., *Labyrinths of reason: John von Neumann, game theory, and puzzle of the bomb*, Anchor, Nueva York, 1988. Universidad de las largas cadenas de razonamiento: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996. <<

[66] Árbol familiar del conexionismo: Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., y Willims, R. J., «Learning representations by back-propagating errors», *Nature*, 323, (1986), pp. 533-536. <<

[67] Johnson sobre mente y materia: citado en Minsky, M., *The society of mind*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985. Huxley sobre los djin: citado en Humphrey, N. K. *A history of the mind: Evolution and the birth of consciousness*, Simon & Schuster, New York, 1992. Agua en el vino: McGinn, G., «Can we solve the mind-body problem?», *Mind*, 98, (1989b), pp. 349-366. <<

[68] Boom de la conciencia: Humphrey, N. K., *A history of the mind: Evolution and the birth of consciousness*, Simon & Schuster, Nueva York, 1992; Dennett, D. C., *Consciousness explained*, Little Brown, Boston, 1991 (de Dennett, Daniel C., el lector puede consultar en castellano *La actitud intencional*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1991); Crick, F., *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994; Penrose, R., *Shadows of the mind: A search for the missing science of consciousness*, Oxford University Press, Nueva York, 1994; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Searle, J. R., y otros, «Consciousness, explanatory inversion, and cognitive science», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1992), pp. 585-642; Searle, J. R., «The mystery of consciousness», *New York Review of Books*, 2 de noviembre (1995), pp. 60-66; 16 de noviembre, pp. 54-61; Marcel, A., y Bisiach, E. (Eds.), *Consciousness in contemporary science*, Oxford University Press, Nueva York, 1988; Baars, B., *A cognitive theory of consciousness*, Cambridge University Press, Nueva York, 1988. <<

[69] Gould sobre la invención de la conciencia: Gould, S. J., *Eight little piggies*, Norton, Nueva York, 1993, pp. 284-295. <<

[70] Espejo, espejo: Gallup, C. C., Jr., «Toward a comparative psychology of self-awareness: Species limitations and cognitive consequences», en C. R. Goethals y J. Strauss (Eds.), *The self: An interdisciplinary approach*, Springer-Verlag, Nueva York, 1991; Parker, S. T., Mitchell, R. W., y Boccia, M. L. (Eds.), *Self-awareness in animals and humans*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994. Espejos y monos reconsiderados: Hauser, M. D., *et al.*, «Self-recognition in primates: Phylogeny and the salience of species-typical features», *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 92, (1995), pp. 10811-10814. Antiguos inconscientes: Jaynes, J., *The origin of consciousness in the breakdown of the bicameral mind*, Houghton Mifflin, Boston, 1976. Conciencia contagiosa: Dennett, D. C., *Consciousness explained*, Little Brown, Boston, 1991 (de Dennett, Daniel C., el lector puede consultar en castellano *LA actitud intencional*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1991). <<

[71] Tres sentidos más especializados de conciencia: Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Block, N., y otros, «On a confusion about a function of consciousness», *Behavioral and Brain Sciences*, 18, (1995), pp. 227-287. <<

[72] La conciencia entre las neuronas: Crick, F, *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994; Crick, F., y Koch, C., «Are we aware of neural activity in primary visual cortex?», *Nature*, 375, (1995), pp. 121-123. <<

[73] Sistemas de tablonos de anuncios: Jagannathan, V, Dodhiawala, R., y Baum, L. S. (Eds.), *Blackboard architectures and applications*, Academic Press, Nueva York, 1989. La conciencia como tablón de anuncios: Baars, B., *A cognitive theory of consciousness*, Cambridge University Press, Nueva York, 1988; Newell, A., y Simon, H. A., «(Computer science as empirical inquiry: Symbols and search)», en Haugeland, J. (Ed.), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981a; Navon, D., «The importance of being visible: On the role of attention in a mind viewed as an anarchic intelligence system. I: Basic tenets», *European Journal of Cognitive Psychology*, 1, (1989), pp. 191-213; Fehling, M. R., Baars, B. J., y Fisher, C., «A functional role for repression in an autonomous, resource-constrained agent», en *Proceedings of the Twelfth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990. <<

[74] Coste de producción: Minsky, M., y Papert, S., «Epilogue: The new connectionism», (1988b) en Minsky, M., y Papert, S., *Perceptrons: Expanded edition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; Ullman, S., «Visual routines», *Cognition*, 18, (1984), pp. 97-159; Navon, D., «Attention division or attention sharing?», en M. I. Posner y O. Marin (Eds.), *Attention and performance XL*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1985; Fehling, M. R., Baars, B. J., y Fisher, C., «A functional role for repression in an autonomous, resource-constrained agent», en *Proceedings of the Twelfth Annual Meeting of the Cognitive Society*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Anderson, J. R., *The adaptive character of thought*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Anderson, J. R., y otros, «Is human cognition adaptive?», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 471-517. <<

[*] Un uno seguido por 100 ceros o 10 elevado a la potencia de 10 elevado a la potencia de 10. (*N. del T.*). <<

[75] Conciencia de nivel intermedio: Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987. <<

[76] Atención visual: Treisman, A., y Gelade, G., «A feature-integration theory of attention», *Cognitive Psychology*, 12, (1980), pp. 97-136; Treisman, A., «Features and objects», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, (1988), pp. 201-237. <<

[77] Letras flotantes: Mozer, M., *The perception of multiple objects: A connectionist approach*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991. <<

[78] Recuerdos de noticias impactantes: Brown, R., y Kulik, J., «Flash bulb memories», *Cognition*, 5, (1977), pp. 73-99; McCloskey, M., Wible, C. G., y Cohen, N. J., «Is there a special flash bulb-memory mechanism?», *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, (1988), pp. 171-181; Schacter, D. L., *Searching for memory: The brain, the mind, and the past*, Basic Books, Nueva York, 1996. <<

[79] Optimalidad de la memoria: Anderson, J. R., *The adaptive character of thought*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Anderson, J. R., y otros, «Is human cognition adaptive?», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 471-517. <<

[80] La función del cromatismo emocional: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424; Tooby, J., y Cosmides, L., «On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation», *Journal of Personality*, 58, (1990b), pp. 17-67. <<

[81] La sociedad de la mente: Minsky, M., *The society of mind*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985. Múltiples borradores: Dennett, D. C., *Consciousness explained*, Little Brown, Boston, 1991 (de Dennett, D. C., el lector puede consultar en castellano *La actitud intencional*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1991). <<

[82] El centro de la voluntad descubierto: Damasio, A. R., *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*, Putnam, Nueva York, 1994 (versión castellana, Damasio, Antonio, R., *El error de Descartes*, Editorial Crítica, Barcelona, 1996); Crick, F., *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994. <<

[83] Lóbulos frontales: Luria, A. R., *Higher cortical functions in man*, Tavistock, Londres, 1966; Duncan, J., «Attention, intelligence, and the frontal lobes», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[84] Sentencia contra acceso: Block, N., y otros, «On a confusion about a function of consciousness», *Behavioral and Brain Sciences*, 18, (1995), pp. 227-287. <<

[85] Paradojas de la sentiencia: Nagel, T., «What is it like to be a bat?», *Philosophical Review*, 83, (1974), pp. 435-450; Poundstone, W., *Labyrinths of reason of: John von Neumann, game theory, and the puzzle of the bomb*, Anchor, Nueva York, 1988; Dennett, D. C., *Consciousness explained*, Little Brown, Boston, 199 (de Dennett, D. C., el lector puede consultar en castellano *La actitud intencional*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1991); McGinn, G., «Can we solve the mind-body problem?», *Mind*, 98, (1989b), pp. 349-366; McGinn, G., *Problems in philosophy: The limits of inquiry*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1993; Block, N., y otros, «On a confusion about a function of consciousness», *Behavioral and Brain Sciences*, 18, (1995), pp. 227-287. <<

[86] Desenmascaradores de *qualias*: Dennett, D. C., *Consciousness explained*, Little Brown, Boston, 1991 (de Dennett, D. C., el lector puede consultar en castellano *La actitud intencional*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1991). <<

3. La venganza de los torpes

[1] Los principales éxitos de la Tierra: Sullivan, W, *We are not alone: The continuing search for extraterrestrial intelligence*, edición revisada, Penguin Nueva York, 1993.
<<

[2] El hombrecito verde: Kerr, R. A., «SETI faces uncertainty on earth and in the stars», *Science*, 258, (1992), p. 27. Escépticos evolutivos: Mayr, E., «The search for intelligence (letter)», *Science*, 259, (1993), pp. 1522-1523. <<

[3] Número de civilizaciones extraterrestres: Sullivan, W, *We are not alone: The continuing search for extraterrestrial intelligence*, edición revisada, Penguin Nueva York, 1993. <<

[4] Somos sólo los primeros: Drake, F., «Extraterrestrial intelligence (letter)», *Science*, 260, (1993), pp. 474-475. <<

[5] Chovinismo humano: Gould, S. J., *Wonderful life: The Burgess Shale and the nature of history*, Norton, Nueva York, 1989. Gould, S. J., *Full house: The spread of excellence from Plato to Darwin*, Harmony Books, Nueva York, 1996. <<

[6] Costes y beneficios en la evolución: Maynard Smith, J., «Optimization theory in evolution», en Sober, E. (Ed.), *Conceptual issues in evolutionary biology*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984a. <<

[7] Costes y beneficios en los grandes cerebros: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987. <<

[8] Darwin y el universo: Dawkins, R., «Universal Darwinism», en D. S. Bendall (Ed.), *Evolution from molecules to man*, Cambridge University Press, Nueva York, 1983; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Maynard Smith, J., *The theory of evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1975/1993; Reeve, H. K., y Sherman, P. W, «Adaptation and the goals of evolutionary research», *Quarterly Review of Biology*, 68, (1993), pp. 1-32. <<

[9] Los fotones no hacen al ojo más nítido: Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993). <<

[10] Macromutaciones no pueden explicar el diseño complejo: Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993). «Equilibrios puntuados» no son lo mismo que macromutaciones: Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Gould, S. J., *An urchin in the storm: Essays about books and ideas*, Norton, Nueva York, 1987. <<

[11] «Mutación adaptativa»: Cairns, J., Overbaugh, J., y Miller, S. «The origin of mutants», *Nature*, 335, (1988), pp. 142-146; Shapiro, J. A., «Adaptive mutation: Who's really in the garden?», *Science*, 268, (1995), pp. 373-374. Problemas con la mutación adaptativa: Lenski, R. E., y Mittler, J. E., «The directed mutation controversy and neo-Darwinism», *Science*, 259, (1993), pp. 188-194; Lenski, R. E., Sniegowski, R. D., y Shapiro, J. A., «“Adaptive mutation”: The debate goes on (letters)». *Science*, 269, (1995), pp. 285-287. <<

[12] Teoría de la complejidad: Kauffman, S. A., «Antichaos and adaptation», *Scientific American*, agosto (1991); Gell-Mann, M., *The quark and the jaguar. Adventures in the simple and the complex*, W. H. Freeman, Nueva York, 1994. <<

[13] Paseo por Darwin: James Barhan, *New York Times Book Review*, 4 de junio, 1995; véase también Davies, P., *Are we alone? Implications of the discovery of extraterrestrial life*, Basic, Nueva York, 1995. <<

[14] Limitaciones de la teoría de la complejidad: Maynard Smith, J., «Life at the edge of chaos? (Review of D. Depew's y B. H. Weber's "Darwinism evolving")», *New York Review of Books*, 2 de marzo (1995), pp. 28-30; Horgan, J., «A theory of almost everything (Review of books by J. Holland, S. Kauffman, P. Davies, P. Coveney, and R. Highfield)», *New York Times Book Review*, 1 de octubre, (1995b), pp. 30-31. <<

[*] Theodor Geisel Seuss nació en Springfield en 1904. Tras estudiar literatura en Oxford, en 1936 publicó su primer libro infantil. Durante la Segunda Guerra Mundial, destinado como capitán en Hollywood creó unos dibujos animados llamados Gerald McBoing-Boing, con los que ganó un Oscar. En 1954, para paliar el analfabetismo entre los niños, comenzó a publicar libros con repertorios léxicos, entre ellos *The Cat in the Hat*, en los que combinaba interesantes y atractivas historietas con ilustraciones y sonidos para desarrollar las habilidades de lectura. En 1984 ganó el premio Pulitzer y dos premios de la Academy, siendo el autor e ilustrador de 44 libros infantiles. (N. del T.). <<

[15] Evidencia en favor de la selección natural: Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995; Berra, T. M., *Evolution and the myth of creationism*. Stanford University Press, Stanford, California, 1990; Kitcher, P., *Abusing science: The case against creationism*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Endler, J. A., *Natural selection in the wild*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1986; Weiner, J., *The beak of the finch*, Vintage, Nueva York, 1994. <<

[16] El origen del hombre: Bronowski, J., *The ascent of man*, Little, Brown, Boston, 1973, pp. 417-421. <<

[17] Simulación de la evolución del ojo: Nilsson, D. E., y Pelger, S., «A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve», *Proceedings of the Royal Society of London, B.*, 256, (1994), pp. 53-58. Descrito en Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). <<

[18] Pensamiento académico antidarwiniano: Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Pinker, S., Bloom, P., y otros, «Natural language and natural selection», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1990), pp. 707-784 (véase comentarios y réplicas); Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). <<

[19] Testaferro del adaptacionismo: Lewontin, R. C., «Sociobiology as an adaptationist program», *Behavioral Science*, 24, (1979), pp. 5-14. <<

[20] Conductos seminales: Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[21] Avances adaptacionistas: Mayr, E., «How to carry out the adaptationist program», *The American Naturalist*, 121, (1983), p. 328. <<

[22] Excelencia de la ingeniería animal: Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Griffin, D. R. (Ed.), *Animal engineering*. W. H. Freeman, San Francisco, 1974; Tributsch, H., *How life learned to live: Adaptation in nature*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; French, M., *Invention and evolution: Design in nature and engineering*, Cambridge University Press, 2.^a ed., Nueva York, 1994; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Cain, A. J., «The perfection of animals», en J. D. McCarthy y C. L. Duddington (Eds.), *Viewpoints in Biology*, Vol. 3, Butterworth, Londres, 1964. <<

[23] El espléndido camello: French, M., *Invention and evolution: Design in nature and engineering*, Cambridge University Press, 2.^a ed., Nueva York, 1994, p. 239. <<

[24] Errores garrafales: réplica del autor en Pinker, S., Bloom, P., y otros, «Natural language and natural selection», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1990), pp. 707-784. Simetría: Corballis, M. C., y Beale, I. L., *The psychology of left and right*, Hillsdale, Erlbaum, Nueva Jersey, 1976. Simetría de atractivo sexual: Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[25] Aves y alas: Wilford, J. N., *The riddle of the dinosaur*, Random House, Nueva York, 1985. <<

[26] Bichos y alas: Kingsolver, J. Q., y Koehl, M. A. R., «Aerodynamics, thermoregulation, and the evolution of insect wings: Differential scaling and evolutionary change», *Evolution*, 39, (1985), pp. 488-504. <<

[*] El término *exaptation* suele traducirse como exaptación en el dominio de la paleontología evolutiva como, por ejemplo, el estudio de las dinoaves. En general, su significado es: un órgano utilizado para realizar la función A se muestra excelente para realizar también la función B, lo cual puede implicar el surgimiento rápido de una innovación evolutiva, en el caso que nos ocupa, el vuelo de las aves. (*N. del T.*).
<<

[27] Piattelli-Palmarini, M. Evolution, selection, and cognition: From “learning” to parameter setting in biology and the study of language, *Cognition*, (1989), 31, p. 1.
<<

[28] Errores de comprensión de la exaptación: Gould, S. J., y Vrba, E. «Exaptation: A missing term in the science of form», *Paleobiology*, 8, (1981) pp. 4-15. Problemas de la exaptación: Reeve, H. K., y Sherman, P. W., «Adaptation and the goals of evolutionary research», *Quarterly Review of Biology*, 68, (1993), pp. 1-32; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). Acrobática de la mosca doméstica: Wootton, R. J., «The mechanical design of insect wings», *Scientific American*, noviembre (1990). <<

[29] Debatiendo el diseño: Pinker, S., Bloom, P., y otros, «Natural language and natural selection», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1990), pp. 707-784. Incluyendo comentarios y réplica: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Mayr, E., «How to carry out the adaptationist program», *The American Naturalist*, 121, (1983), pp. 324-334; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Reeve, H. K., y Sherman, P. W., «Adaptation and the goals of evolutionary research», *Quarterly Review of Biology*, 68, (1993), pp. 1-32; Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology, and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424; Tooby, J., y Cosmides, L., «On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation», *Journal of Personality*, 58, (1990b), pp. 17-67; Tooby, J., y Cosmides, L., «Psychological foundations of culture», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology, and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987; Sober, E. (Ed.), *Conceptual issues in evolutionary biology*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984a; Sober, E., *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984b; Cummins, R., «Functional analysis», en Sober, E. (Ed.), *Conceptual issues in evolutionary biology*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984a; Lewontin, R. C., Rose, S., y Kamin, L. J., *Not in our genes*, Pantheon, Nueva York, 1984 (versión castellana, *No está en los genes*, Editorial Crítica, 1987. <<

[30] Chomsky sobre la selección natural: comunicación personal, noviembre de 1989.

<<

[31] Valor de la información: Raiffa, H., *Decisión analysis*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1968. <<

[32] El cerebro en evolución: Killackey, H., «Evolution of the human brain: A neuroanatomical perspective», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Rakic, P., «Evolution of neocortical parcellation: the perspective from experimental neuroembryology» en Changeux, J.-P., y Chavailleon, J. (Eds.), *Origins of the human brain*, Oxford University Press, Nueva York, 1995b; Stryker, M. P., «Precise development from imprecise rules», *Science*, 263, (1994), pp. 1244-1245. <<

[33] Algoritmos genéticos: Mitchell, M., *An introduction to genetic algorithms*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[34] Algoritmos genéticos y redes neurales: Belew, R. K., McInerney, J., y Schraudolph, N. N., Evolving networks: Using the genetic algorithm with connectionist learning, en *Proceedings of the Second Artificial Life Conference*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1990; Nolfi, S., Elman, J. L., y Parisi, D., «Learning and evolution in neural networks», *Adaptive Behavior* 3, (1994), pp. 5-28.
<<

[35] Evolución y aprendizaje simultáneos: Hinton, G. E., y Nowlan, S. J., «How learning can guide evolution», *Complex Systems*, 1, (1987),pp. 495-502. <<

[36] Efecto Baldwin: Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Maynard Smith, J., «When learning guides evolution», *Nature*, 329, (1987), pp. 762. <<

[37] Hormigas navegantes: Wehner, R., y Srinivasan, M. V., «Searching behavior of desert ants, genus *Cataglyphis* (*Formicidae*, *Hymenoptera*)», *Journal of Comparative Physiology*, 142, (1981), pp. 315-338. Navegación a estima: Gallistel, C. R., «The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995, p. 1258. <<

[38] Gallistel, C. R., «The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences* MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995, p. 1258 <<

[39] Esos asombrosos animales: Gallistel, C. R., *The organization of learning*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Gallistel, C. R., «The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences* MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995, p. 1258; Gould, J. L., *Ethology*, Norton, Nueva York, 1982; Rozin, P., «The evolution of intelligence and access to the cognitive unconscious», en J. M. Sprague y A. N. Epstein (Eds.), *Progress in psychobiology and physiological psychology*, Academic Press, Nueva York, 1976; Hauser, M. D., *The evolution of communication*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. Gaulin, S. J. C., «Does evolutionary theory predict sex differences in the brain?», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993). Condicionamiento como análisis serial del tiempo y otros hitos del mundo animal: Gallistel, C. R., *The organization of learning*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Gallistel, C. R., «The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995, p. 1258. <<

[40] Los cerebros de los mamíferos no son todos idénticos: Preuss, T., «The role of the neurosciences in primate evolutionary biology: Historical commentary and prospectus», en R. D. E. MacPhee (Ed.), *Primates and their relatives in phylogenetic perspective*, Plenum, Nueva York, 1993; Preuss, T., «The argument from animals to humans in cognitive neuroscience», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neuroscience*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Gaulin, S. J. C., «Does evolutionary theory predict sex differences in the brain?», en Gazzaniga, M. S.(Ed.), *The cognitive neuroscience*, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1995; Sherry, D. E, y Schacter, D. L., «The evolution of multiple memory systems». *Psychological Review*, 94, (1987), pp. 439-454; Deacon, T, «Primate brains and senses», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.) *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992(a); Hauser, M. D., *The evolution of communication*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[41] Rediseñando el cerebro humano: Deacon T., «The human brain», en Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992(b); Holloway, R. L., «Toward a synthetic theory of human brain evolution», en Changeux, J.-P, y Chavaillon, J. (Eds.), *Origins of the human brain*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Hauser, M. D., MacNeilage, P., y Ware, M., «Numerical representations in primates: Perceptual or arithmetic?», *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93, (1996), pp. 1514-1517; Killackey, H., «Evolution of the human brain: A neuroanatomical perspective», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[42] Gallina clueca: James, W., *Psychology: Briefer course*, Henry Holt, Nueva York, 1892/1920, pp. 393-394. <<

[43] Rasgos humanos únicos o extremos desde un punto de vista zoológico: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987; Pilbeam, D., «What makes us human?», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992. <<

[44] Carrera armamentista evolutiva: Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Dawkins, R., *The blind watchmaker. Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993. Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. Nicho cognitivo: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987. <<

[45] Conceptos científicos y lógicos universales: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[46] Análisis de rastros de los xô: Liebenberg, L., *The art of tracking*. David Philip, Ciudad del Cabo, 1990, p. 80, citado en Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996. <<

[47] Cazadores-recolectores de alta tecnología: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993. <<

[48] Extinciones de la megafauna: Martin, P., y Klein, R., *Quaternary extinctions*, University of Arizona Press, Tucson, 1984; Diamond, J., *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*, Harper Collins, Nueva York, 1992. <<

[49] La singularidad zoológica y nicho cognitivo: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987; Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993. <<

[50] Visión en los primates: Deacon, T., «Primate brains and senses», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992(a); Van Essen, D. C., y DeYoe, E. A., «Concurrent processing in the primate visual cortex», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Preuss, T., «The argument from animals to humans in cognitive neuroscience», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[51] Visión co-optada por los conceptos abstractos: Jackendoff, R., *Semantics and cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Jackendoff, R., *Semantic structures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Lakoff, G., *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, University of Chicago Press, Chicago, 1987; Talmy, L., «Force dynamics in language and cognition», *Cognitive Science*, 12, (1988), pp. 49-100; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[52] *Flatlands* Gardner, M., «Flatlands», en M. Gardner, *The unexpected hanging and other mathematical diversions*, University of Chicago Press, Chicago, 1991. <<

[53] Muchedumbre enloquecida: Jones, S., Martín, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992. <<

[54] Primates mentirosos: Hauser, M. D., «Costs of deception: Cheaters are punished in rhesus monkeys», *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 89, (1992), pp. 12137-12139; Lee, P. C., «Testing the intelligence of apes», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Byrne, R. W, y Whiten, A., *Machiavellian intelligence*, Oxford University Press, Nueva York, 1988; Premack, D., y Woodruff, G., «Does a chimpanzee have a theory of mind?», *Behavioral and Brain Sciences*, 1, (1978), pp. 512-526. <<

[55] El comadreo entre los primates: Cheney, D., y Seyfarth, R. M., *How monkeys see the world*, University of Chicago Press, Chicago, 1990. <<

[56] La carrera armamentista cognitiva: Trivers, R., «The evolution of reciprocal altruism», *Quarterly Review of Biology*, 46, (1971), pp. 35-57; Humphrey, N. K., «The social function of the intellect», en P. P. G. Bateson y R. A. Hinde (Eds.), *Growing points in ethology*, Cambridge University Press, Nueva York, 1976; Alexander, R. D., ponencia presentada a h conferencia «The origin and dispersal of modern humans», Corpus Christi College, Cambridge, Inglaterra, 22-26 de marzo (1987b); artículo reseñado en *Science*, 236 (1987), pp. 668-669; Alexander, R. D., *How did humans evolve? Reflections on the uniquely unique species*, publicación especial núm. 1, Museo de Zoología, Universidad de Michigan, 1990; Rose, M., «The mental arms race amplifier», *Human Ecology*, 8,(1980), pp. 285-293; Miller, G. F., *Evolution of the human brain through runaway sexual selection: The mind as a protean courtship device*, tesis doctoral, Department of Psychology, Stanford University, 1993. Problemas con la carrera armamentista cognitiva: Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[57] La inflación del cerebro: Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[58] Manos y postura de los simios: Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Parte 2, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993. La importancia de las manos: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987. <<

[59] Rehabilitar al «hombre cazador»: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996. <<

[60] Trocar carne por relaciones sexuales en los simios y los seres humanos: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Harris, M., *Good to eat: Riddles of food and culture*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985 (versión castellana, *Bueno para comer: enigmas de alimentación y cultura*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). Shostak, M., *Nisa: The life and words of a Kung woman*, Vintage, Nueva York, 1981. <<

[61] Antepasados homínidos: Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Parte 2, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993; Klein, R. G., *The human career: Human biological and cultural origins*, University of Chicago Press, Chicago, 1989; Leakey, M. G., *et al.*, «New four-million-year old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya», *Nature*, 376, (1995), pp. 565-572; Fischman, J., «Putting our oldest ancestors in their proper place», *Science*, 265, (1994), pp. 2011-2012; Swisher, C. C., *et al.*, «Latest *Homo erectus* of Java: Potential contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia», *Science*, 274, (1996), pp. 1870-1874. <<

[62] Fósiles y nicho cognitivo: Tooby, J., y DeVore, I., «The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling», en W. G. Kinzey (Ed.), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, SUNY Press, Nueva York, 1987. <<

[63] Manos de los australopitecos: Aiello, L. C., «Thumbs up for our early ancestors», *Science*, 265 (1994), pp. 1540-1541. Cerebros y útiles australopitecos: Holloway, R. L., ««Toward a synthetic theory of human brain evolution», en Changeux, J.-P, y Chavaillon, J. (Eds.), *Origins of the human brain*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Coppens, Y., «Brain, locomotion, diet, and culture: How a primate, by chance, became a man», en Changeux, J.-P, y Chavaillon, J. (Eds.), *Origins of the human brain*, Oxford University Press, Nueva York, 1995. Habilinos: Lewin, R., «The earliest “humans” were more like apes», *Science*, 236, (1987), pp. 1061-1063.
<<

[64] La Eva africana se niega a morir: Gibbons, A., ««African origins theory goes nuclear», *Science*, 264, (1994), pp. 350-351. <<

[65] Gran salto adelante: Diamond, J., *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*, Harper Collins, Nueva York, 1992; Marshack, A., «Evolution of the human capacity The symbolic evidence», *Yearbook of Physical Anthropology*, 32, (1989), pp. 1-34; White, R., «Visual thinking in the Ice Age», *Scientific American*, julio (1989); Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996. <<

[66] Seres humanos, desde un punto de vista anatómico, no tan modernos: Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Stringer, C., «Evolution of early humans», en Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992.
<<

[67] Un Pontiac en el taller de Leonardo: Shreeve, J., «The dating game», *Discover*, septiembre (1992); Yellen, J. E., *et al.*, «A Middle Stone Age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire», *Science*, 268, (1995), pp. 553-556; Gutin, J., «Do Kenya tools root birth of modern thought in Africa?», *Science*, 270, (1995), pp. 1118-1119. <<

[68] Lógica de Eva: Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Ayala, F. J., «The myth of Eve: Molecular biology and human origins», *Science*, 270, (1995), pp. 1930-1936. Fantásticas incomprensiones: Pinker, S., «Review of Bickerton's *Language and species*», *Language*, 68, (1992), pp. 375-382. <<

[69] Líneas de antepasados de sexos mixtos frente a una línea exclusivamente femenina: Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995. <<

[70] Cuellos de botella recientes: Gibbons, A., «The mystery of humanity's missing mutations», *Science*, 267, (1995b), pp. 35-36; Gibbons, A., «Pleistocene population explosions», *Science*, 267, (1995)(c), pp. 27-28; Harpending, H., «Gene frequencies, DNA sequences, and human origins», *Perspectives in Biology and Medicine*, 37, (1994), pp. 384-395; Cavalli-Sforza, L. L., Menozzi, P., y Pizqza, A., «Demic expansions and human evolution», *Science*, 259, (1993), pp. 639-646. La aceleración de la evolución: Jones, S., «The evolutionary future of humankind», en Jones, S., Martin, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992. <<

[71] El fin de la evolución: Jones, S., «The evolutionary future of humankind», en Jones, S., Martín, R., y Pilbearn, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Cavalli-Sforza, L. L., Menozzi, P., y Pizzza, A., «Dernic expansions and human evolution», *Science*, 259, (1993), pp. 639-646. <<

[72] La ciencia social darwiniana: Turke, P. W., y Betzig, L. L., «Those who can do: Wealth, status, and reproductive success on Ifaluk», *Ethology and Sociobiology*, 6, (1985), pp. 7987; Alexander, R. D., y Aldine de Cruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Betzig, L., Borgerhoff Mulder, M., y Tarke, P. (Eds.), *Human reproductive behavior: A Darwinian perspective*, Cambridge University Press, Nueva York, 1988. <<

[73] Funcionalismos: Bates, E., y MacWhinney, B., «Welcome to functionalism», en Pinker, S., Bloom, P., y otros, «Natural language and natural selection», *Behavioral and Brain Sciences*, 13, (1990),p. 728; Bates, E., y MacWhinney, B., «Functionalist approaches to grammar», en E. Wanner y L. R. Cleitman (Eds.), *Language acquisition. The state of the art*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982. <<

[74] Lamacarck y la evolución, citado en Mayr, E., *The growth of biological thought*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1982, p. 355. <<

[75] Ratas: comunicación personal de B. F. Skinner, 1978. Chimpancés: Nagell, K., Olguin, R., y Tomasello, M., «Processes of social learning in the tool use of chimpanzees (*Pan troglodytes*) and human children (*Homo sapiens*)», *Journal of Comparative Psychology*, 107, (1993),pp. 174-186. <<

[76] Adaptación un asunto del pasado: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[77] Evolución cultural: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/ 1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Durham, W. H., «Interactions of genetic and cultural evolution: Models and examples», *Human Ecology*, 10, (1982), pp. 299-334; Lumsden, C., y Wilson, E. O., *Genes, mind, and culture*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981; Diamond, J., *The third chimpanzee. The evolution and future of the human animal*, Harper Collins, Nueva York, 1992; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000). Problemas de la evolución cultural: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424; Symons, D., «On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Daly, M., «Some caveats about cultural transmission models», *Human Ecology* 10, (1982), pp. 401-408; Maynard Smith, J., y Warren, N., «Models of cultural and genetic change», en J. Maynard Smith, *Fleesh, sex, and evolution*, Harvester-Wheatsheaf, Nueva York, 1988; Sperber, D., «Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations», *Man*, 20, (1985), pp. 73-89. <<

[78] Genes y memes: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994). <<

[79] Cultura como enfermedad: Cavalli-Sforza, L. L., y Feldman, M. W., *Cultural transmission and evolution: A quantitative approach*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1981; Boyd, R., y Richerson, P., *Culture and the evolutionary process*, University of Chicago Press, Chicago, 1985; Sperber, D., «Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations», *Man*, 20, (1985), pp. 73-89. <<

Capítulo 4. El ojo de la mente

[1] Autoestereogramas: N. E. Thing Enterprises; *Magic Eye III: Visions A new dimension in art*, Andrews and McMeel, Kansas City, 1994; *Stereogram*, Cadence Books, San Francisco, 1994; *Superstereogram*, 1994, Cadence Books, San Francisco.
<<

[2] Nacimiento del autoestereograma: Tyler, C. W, «Sensory processing of binocular disparity», en C. M. Schor y K. J. Ciuffreda (Eds.), *Vergence eye movements: Basic and clinical aspects*, Butterworths, Londres, 1983. <<

[3] Percepción como un problema mal planteado; ilusiones como infracciones de los supuestos: Gregory, R. L., *The intelligent eye*, Weidenfeld y Nicolson, Londres, 1970; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Poggio, T., «Vision by man and machine», *Scientific American*, abril (1984); Hoffman, D. D., «The interpretation of visual illusions», *Scientific American*, diciembre (1983). <<

[4] Percepción como descripción: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Tarr, M. J., y Black, M. J., «A computational and evolutionary perspective on the role of representation in vision», *Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding*, 60, (1994a), pp. 65-73; Tarr, M. J., y Black, M. J., «Reconstruction and purpose» *Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding*, 60, (1994b), pp. 113-118. <<

[*] Ciertamente, navegando por Internet tan sólo las grandes empresas dedicadas al negocio de 3-D han diseñado websites mínimamente explicativas (*N. del T.*). <<

[5] Imágenes pictóricas y fotográficas, perspectiva y percepción: Gregory, R. L., *The intelligent eye*, Weidenfeld y Nicolson, Londres, 1970; Kubovy, M., *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, Nueva York, 1986; Solso, R., *Cognition and the visual arts*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994; Pirenne, M. H., *Optics, painting, and photography*, Cambridge University Press, Nueva York, 1970. Fotografías en Papua Nueva Guinea: Ekman, P., y Friesen, W. V., *Unmasking the face*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1975. Adelbert Ames: Ittelson, W. H., *The Ames demonstrations in perception*, Hafner, Nueva York, 1968. <<

[6] Paralaje binocular y visión estereoscópica: Gregory, R. L., *The intelligent eye*, Weidenfeld y Nicolson, Londres, 1970; Julesz, B., *Foundations of cyclopean perception*, University of Chicago Press, Chicago, 1971; Julesz, B., *Dialogues on perception*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Tyler, C. W., «Cyclopean visión», en D. Regan (Ed.), *Vision and visual dysfunction*, Vol. 9: *Binocular vision*, Macmillan, Nueva York, 1991; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Hubel, D. H., *Eye, brain, and vision*, Scientific American, Nueva York, 1988; Wandell, B. A., *Foundations of vision*, Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 1995. <<

[7] Wheatstone: a partir de Wandell, B. A., *Foundations of vision*, Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 1995, p. 367. <<

[8] Estereoscopios: Gardner, M., «Illusions of the third dimension», en M. Gardner, *Gardner's whys and wherefores*, University of Chicago Press, Chicago, 1989. <<

[*] En cuanto a las diferencias entre las imágenes del ojo derecho y el izquierdo, la cantidad de disparidad depende de la distancia y, por ende, es una pista que indica que el sistema visual la utiliza para inferir la distancia. Wheatstone (1838) señaló de forma correcta cuál era la ventaja de tener dos ojos para ver la profundidad en tres dimensiones. (*N. del T.*). <<

[*] El fenómeno de la rivalidad binocular reviste especial interés para el estudio de la conciencia y la conciencia visual, porque los estímulos físicos (las dos caras) no cambian, aunque el percepto consciente cambia espectacularmente a lo largo del tiempo. Adema;, carecemos de control consciente sobre el percepto y no podemos por un acto de voluntad hacer que el percepto cambie de uno en otro. (*N. del T.*). <<

[9] Estereogramas de punto aleatorio: Julesz, B., «Binocular depth perception of computer-generated patterns», *Bell System Technical Journal*, 39, (1960), pp. 1125-1162; Julesz, B., *Foundations of cyclopean perception*, University of Chicago Press, Chicago, 1971; Julesz, B., *Dialogues on perception*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Tyler, C. W, «Cyclopean vision», en D. Regan (Ed.), *Vision and visual dysfunction*, Vol. 9: *Binocular vision*, Macmillan, Nueva York, 1991; Tyler, C. W, «Cyclopean riches: Cooperativity, neuronotropy, hysteresis, stereo attention, hyperglobality, and hypercyclopean processes in random-dot stereopsis», en Papathomas *et al.*, 1995. <<

[*] Si el lector no pertenece a ese 15 por ciento de la población estereoscópicamente ciega, verá en este estereograma de puntos aleatorios cómo surge la frase *How the mind works*, que corresponde al título de la obra en inglés. (N. del T.). <<

[10] Lémures y habitaciones de hojas: Tyler, C. W, «Cyclopean vision», en D. Regan (Ed.), *Vision and visual dysfunction*, Vol. 9: *Binocular vision*, Macmillan, Nueva York, 1991. Penetrando en el camuflaje: Julesz, B., *Dialogues on perception*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[11] Modelar el ojo ciclópeo: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Tyler, C. W., «Cyclopean riches: Cooperativity, neuronotropy, hysteresis, stereo attention, hyperglobality, and hypercyclopean processes in random-dot stereopsis», en Papathomas *et al.*, 1995; Weinshall, D., y Malik, J., «Review of computational models of stereopsis» en Papathomas *et al.*, 1995; Anderson, B. L., y Nakayama, K., «Toward a general theory of stereopsis: Binocular matching, occluding contours, and fusion», *Psychological Review*, 101, (1994), pp. 414-445. <<

[12] Redes estereoscópicas que cooperan y se relajan: Marr, D., y Poggio, T., «Cooperative computation of stereo disparity», *Science*, 194,(1976), pp. 283-287. Diagrama adaptado a partir de Johnson-Laird, P., *The computer and the mind*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[13] Da Vinci estereoscópico: Nakayama, K., He, Z. J., y Shimojo, S., «Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science, Vol. 2: Visual cognition*, MIT Press, 2.^a ed., Cambridge, Massachusetts, 1995; Anderson, B. L., y Nakayama, K., «Toward a general theory of stereopsis: Binocular matching, occluding contours, and fusion», *Psychological Review*, 101, (1994), pp. 414-445. <<

[14] Ceguera y deficiencia estereoscópica: Richards, W, «Anomalous stereoscopic depth perception» *Journal of the Optical Society of America*, 61, (1971), pp. 410-414. Neuronas binoculares: Poggio, G. E, «Stereoscopic processing in monkey visual cortex: A review», en Papathomas, T. V, Chubb, C., Gorea, A., y Kowler, E. (Eds.), *Early visión and beyond*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. Actualizada sobre reservas estereoscópicas: Cormack, L. K., Stevenson, S. B., y Schor, C. M., «Disparity-tuned channels of the human visual system», *Visual Neuroscience*, 10, (1993), pp. 585-596. <<

[15] Movimiento binocular en recién nacidos: Shimojo, S., «Development of interocular vision in infants», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Birch, E. E., «Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Held, R., «Two stages in the development of binocular vision and eye alignment», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Thorn, F., *et al.*, «The development of eye alignment, convergence, and sensory binocularity in young infants», *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 35, (1994), pp. 544-553. <<

[16] Circuitería estereoscópica precableada: Birch, E. E., «Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Freeman, R. D., y Ohzawa, I., «Development of binocular vision in the kitten's striate cortex», *Journal of Neuroscience*, 12, (1992), pp. 4721-4736. <<

[17] Monos monoculares: Hubel, D. H., *Eye, brain, and vision*, Scientific American, Nueva York, 1988; Stryker, M. P., «Retinal cortical development: Introduction», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993. Neuronas que se afinan: Stryker, M. P., «Precise development from imprecise rules», *Science*, 263, (1994), pp. 1244-1245; Miller, K. D., Keller, J. B., y Stryker, M. P., «Ocular dominance column development: Analysis and simulation», *Science*, 245, (1989), pp. 605-615. <<

[18] Ojos bizcos, ojo vago: Birch, E. E., «Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Held, R., «Two stages in the development of binocular vision and eye alignment», en Simons, K. (Ed.), *Early visual development: Normal and abnormal*, Oxford University Press, Nueva York, 1993; Thorn, F., *et al.*, «The development of eye alignment, convergence, and sensory binocularity in young infants», *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 35, (1994), pp. 544-553. <<

[19] Sensibilidad neural y cráneos en desarrollo: Timney, B. N., «Effects of brief monocular occlusion on binocular depth perception in the cat: A sensitive period for the loss of stereopsis», *Visual Neuroscience*. 5, (1990), pp. 273-280; Pettigrew, J. D., «The neurophysiology of binocular vision», *Scientific American*, agosto (1972), reeditado en R. Held y W. Richards (Eds.), *Recent progress in perception*, W. H. Freeman, San Francisco, 1976; Pettigrew J. D., «The effect of visual experience on the development of stimulus specificity by kitten cortical neurons», *Journal of Physiology*, 237, (1974), pp. 49-74. <<

[20] Sombreado, forma e iluminación: Adelson, E. H., y Pentland, A. P., «The perception of shading and reflectance», en Knill, D. y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996. <<

[21] Percepción como jugar a pares o nones: Knill, D., y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996. Propiedades no accidentales: Lowe, D., «The viewpoint consistency constraint», *International journal of Computer Vision*, 1, (1987), pp. 57-72; Biederman, I., «Visual object recognition», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition*, 2.^a ed. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[22] Apostar por un mundo regular: Attneave, F., «Prägnanz and soap bubble systems: A theoretical exploration», en Beck, J. (Ed.), *Organization and representation in perception*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1982; Jepson, A., Richards, W., y Knill, D., «Modal structure and reliable inference», en Knill, D., y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996; Knill, D., y Richards, W., *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996. <<

[23] Líneas rectas en la naturaleza: Sanford, G. J., «Straight lines in nature. Visalia, California, *Valley Voice*, 2 de noviembre (1994), reeditado como «Nature's straight lines», *Harper's*, 289 (febrero 1995), 25; Montello, D. R., «How significant are cultural differences in spatial cognition?», en A. U. Frank y W. Kuhn (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS*, Springer-Verlag, Berlín, 1995. <<

[24] Luminosidad, brillo e iluminación: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Adelson, E. H., y Pentland, A. P, «The perception of shading and reflectance», en Knill, D. y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian Inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996. <<

[25] Teoría Retinex: Land, E. H., y McCann, J. J., «Lightness and retinex theory» *Journal of the Optical Society of America*, 61, (1971), pp. 1-11; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Brainard, D. H., y Wandell, B. A., «Analysis of the retine theory of color vision», *Journal of the Optical Society of America (A)*, 3, (1986), pp. 1651-1661. Modelos más recientes: Brainard, D. H., y Wandell, B. A., «A bilinear model of the illuminant's effect on color appearance», en J. A. Movshon y M. S. Landy (Eds.), *Computational models of visual processing*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991; Maloney, L. T., y Wandell, B., «Color constancy: A method for recovering surface spectral reflectance», *Journal of the Optical Society of America (A)*, 1, (1986), pp. 29-33. <<

[26] La forma a partir del sombreado: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Pentland, A. P, Linear shape from shading. *International Journal of Computer Vision*, 4, (1990), pp. 153-162; Ramachandran, V. S., «Perceiving shape from shading», *Scientific American*, agosto (1988); Nayar, S. K., y Oren, M., «Visual appearance of matte surfaces», *Science*, 267, (1995), pp. 1153-1156. <<

[27] La percepción de la luna: Nayar, S. K., y Oren, M., «Visual appearance of matte surfaces», *Science*, 267, (1995), pp. 1153-1156. <<

[28] Ver el mundo más sencillo: Adelson, E. H., y Pentland, A. P., «The perception of shading and reflectance», en Knill, D. y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996; Attneave, F. «Representations of physical space», en A. W. Melton y E. J. Martín (Eds.), *Processes in human memory*, V. H. Winston, Washington, D. C., 1972; Attneave, F., «Three approaches to perceptual organization: Comments on views of Hochberg, Shepard, and Shaw», en Kubovy, M., y Pomerantz, J. R. (Eds.), *Perceptual organization*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Attneave, F., «Prägnanz and soap bubble systems: A theoretical exploration» en Beck, J. (Ed.), *Organization and representation in perception*, Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1982; Beck, J. (Ed.), *Organization and representation in perception*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1982; Kubovy, M., y Pomerantz, J. R. (Eds.), *Perceptual organization*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Jepsen, A., Richards, W., y Knill, D., «Modal structure and reliable inference», en Knill, D., y Richards, W. (Eds.), *Perception as Bayesian inference*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996. <<

[29] Forma que oscila, fuente de luz oscilante: Ramachandran, V. S., «Perceiving shape from shading», *Scientific American*, agosto (1988). <<

[30] «Cajón de arena» mental: Attneave, F., «Representation of physical space», en A. W. Melton y E. J. Martin (Eds.), *Processes in human memory*, V. H. Winston, Washington, D. C., 1972. Problemas que plantea: Pinker, S., *The representation of three-dimensional space in mental images*, tesis doctoral inédita, Harvard University, 1979; Pinker, S., «Mental imagery and the third dimension», *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, (1980), pp. 254-371; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 163; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Ámsterdam, 1988; Pinker, S., y Finke, R. A., «Emergent two-dimensional patterns in images rotated in depth» *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, (1980), pp. 244-264. <<

[31] Movimientos oculares: Rayner, K. (Ed.), *Eye movements and visual cognition*, Springer-Verlag, Nueva York, 1992; Kowler, E., «Eye movements», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science. Vol. 2: Visual cognition*, MIT Press, 2.^a ed., Cambridge, Massachusetts, 1995; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982. <<

[32] Bidimensional de la visión: French, R. E., *The geometry of vision and the mind-body problem*, Peter Lang, Nueva York, 1987. <<

[33] Objetos frente superficies: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982, p. 270. Nakayama, K., He, Z. J., y Shimojo, S., «Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition*, MIT Press, 2.^a ed., Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[*] La ilusión de Kanisza demuestra que el sistema de visión percibe objetos que realmente «no existen»; se nos impone la viva sensación de que hay un triángulo blanco en esta figura, aunque no haya prueba directa de ello (como sería, por ejemplo, la presencia de un borde). Este tipo de ilusiones son una prueba de cómo nuestro sistema de visión tiende a interpretar el mundo visual en términos de una serie de capas superpuestas. (*N. del T.*) <<

[34] Boceto en dos dimensiones y media: Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982, p. 270; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Arnsterdam, 1988. Representación de superficies visibles: Nakayama, K., He, Z. J., y Shimojo, S., «Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition*. MIT Press, 2.^a ed., Cambridge, Massachusetts, 1995; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987 <<

[35] Compensar por los movimientos de los ojos: Rayner, K. (Ed.), *Eye movements and visual cognition*, Springer-Verlag, Nueva York, 1992. <<

[36] El campo visual y el mundo visual: Gibson, J. J., *The perception of the visual world*, Houghton Mifflin, Boston, 1950; Gibson, J. J., «The visual field and the visual world: A reply to Professor Boring», *Psychological Review*, 59, (1952), pp. 149-151; Boring, E. G., «The Gibsonian visual field», *Psychological Review*, 59,(1952) pp. 246-247; Attneave, E., «Representation of physical space», en A. W. Melton y E. J. Martin (Eds.), *Processes in human memory*, V. H. Winston, Washington, D. C, 1972; Attneave, E., «Prägnanz and soap bubble systems: A theoretical exploration», en Beck, J. (Ed.), *Organization and representation in perception*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1982; Hinton, G. E., y Parsons, L. M., «Frames of reference and mental imagery», en Long y A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Pinker, S., *The representation of three-dimensional space in mental images*, tesis doctoral inédita, Harvard University, 1979; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Arnsterdam, 1988. <<

[37] Gravedad y visión: Rock, I., *Orientation and form*, Academic Press, Nueva York, 1973; Rock, I., *The logic of perception*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983; Shepard, R. N., y Cooper, L. A., *Mental images and their transformations*. MIT Press, Cambridge, <<

[38] ¡Iza! Mazel, C., *Heave ho! My little green book of seasickness*, International Marine, Camden, Maine, 1992. <<

[39] Mareo espacial: Ornan, C. M., «Space motion sickness and vestibular experiments in Spacelab», *Society of Automotive Engineers Technical Paper Series* 820833, SAE, Warrendale, Pennsylvania, 1982; Ornan, C. M., Lichtenberg, B. K., Money, K. E., y McCoy, R. K., «MIT/Canadian vestibular experiments on the Spacelab-1 mission: 4. Space motion sickness: Symptoms, stimuli, predictability», *Experimental Brain Research*, 64, (1986), pp. 316-334; Young, L. R., Ornan, C. M., Watt, D. G. D., Money, K. E., y Lichtenberg, B. K., «Spatial orientation in weightlessness and readaptation to earth's gravity», *Science*, 225, (1984), pp. 205-208. [Nota del editor digital: Antes de esta nota, en la parte final de este párrafo de la edición en español, se omitió la siguiente frase: “Newsweek’s assessment: “The most barfogenic invention since the Tilt-a-Whirl. We prefer Budweiser”]. <<

[40] Vómitos y neurotoxinas: Treisman, M., ««Motion sickness: An evolutionary hypothesis», *Science*, 197, (1977) pp. 493-495. <<

[41] ¿Dónde está el arriba en la percepción de una forma?: Rock, I., *Orientation and form*, Academic Press, Nueva York, 1973; Shepard, R. N., y Cooper, L. A., *Mental images and their transformations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Corballis, M. C., «Recognition of disoriented shapes», *Psychological Review*, 95, (1988), pp. 115-123. <<

[42] Triángulos que bailan: Attneave, F., ««Triangles as ambiguous figures», *American Journal of Psychology*, 81, (1968), pp. 447-453. <<

[43] Reconocimiento de forma como emparejamiento de descripciones centradas en el objeto: Marr, D., y Nishihara, H. K., «Representaron and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes», *Proceedings of the Royal Society of London, B.*, 200, (1978), pp. 269-294; Marr, D., *Vision*, W. H. Freeman, San Francisco, 1982; Corballis, M. C., ««Recognition of disoriented shapes», *Psychological Review*, 95, (1988), pp. 115-123; Biederman, I., ««Visual object recognition» en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition*, 2.^a ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Hinton, G. E., y Parsons, L. M., ««Frames of reference and mental imagery», en J. Long y A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Dickinson, S. J., Pentland, A. P, y Rosenfeld, A., «3-D shape recovery using distributed aspect matching», *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14, (1992), pp. 174-198. <<

[44] Geones: Biederman, I., «Visual object recognition», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Visual cognition*, 2 ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[45] Formas en los hemisferios izquierdo y derecho: Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994; Farah, M. J. *Visual agnosia*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. Visión interna fragmentada: Farah, M. J., *Visual agnosia*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. <<

[46] Hallar parte en el boceto de dos dimensiones y media: Hoffman, D. D., y Richards, W. A., «Parts of recognition», *Cognition*, 18, (1984), pp. 65-96; reeditado en Pinker, S., *Language learnability and language development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984a; Lowe, D., «The viewpoint consistency constraint», *International Journal of Computer Vision*, 1, (1987), pp. 57-72; Dickinson, S. J., Pentland, A. P, y Rosenfeld, A., «3-D shape recovery using distributed aspect matching», *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14, (1992), pp. 174-198. <<

[47] Psicología del vestir: Bell, Q., *On human finery*, Allison and Busby, Londres, 1992, pp. 50-51. <<

[48] Rostros: Etcoff, N. L., Freeman, R., y Cave, K. R., «Can we lose memories of faces? Content specificity and awareness in a prosopagnosic» *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, (1991), pp. 25-41; Landau, T., *About faces: The evolution of the human face*, Anchor, Nueva York, 1989. Young, A. W., y Bruce, V., «Perceptual categories and the computation of “grandmother”», *European Journal of Cognitive Psychology*, 3,(1991), pp. 5-49; Bruce, V., *Recognizing faces*. Hillsdale, Erlbaum, Nueva Jersey, 1988; Farah, M. J., «Dissociable systems for recognition: A cognitive neuropsychology approach», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science, Vol. 2: Visual cognition*, 2.^a ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. Los bebés y los rostros: Morton, J., y Johnson, M. H., «CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition», *Psychological Review*, 98, (1991), pp. 164-181. <<

[49] El hombre que no podía reconocer las caras: Etcoff, N. L., Freeman, R., y Cave, K. R., «Can we lose memories of faces? Content specificity and awareness in a prosopagnosic», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, (1991), pp. 25-41; Farah, M. J., «Dissociable systems for recognition: A cognitive neuropsychology approach», en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science, Vol. 2: Visual cognition*. 2.^a ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[50] El hombre que sólo podía reconocer las caras: Behrmann, M., Winocur, G., y Moscovitch, M., «Dissociation between mental imagery and object recognition in a brain-damaged patient», *Nature*, 359, (1992), pp. 636-637; Moscovitch, M., Winocur, G., y Behrmann, M., «Two mechanisms of face recognition: Evidence from a patient with visual object agnosia», *Journal of Cognitive Neuroscience*, en proceso editorial. [Nota del editor digital: Este artículo no parece haber sido editado, en cambio aparece en las búsquedas de estos tres autores, los siguientes: «What Is Special about Face Recognition? Nineteen Experiments on a Person with Visual Object Agnosia and Dyslexia but Normal Face Recognition» *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1997, Fall; 9 (5): 555-604. «Intact Visual Imagery and Impaired Visual Perception in a Patient With Visual Agnosia» *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance* 20 (5): 1068-87, November, 1994]. <<

[51] La esfera con un juguete muestra que necesitamos todos los puntos de vista, gracias a Jacob Feldman. <<

[52] Vistas múltiples: Poggio, T., y Edelman, S., «A network that learns to recognize three-dimensional objects», *Nature*, 343, (1991), pp. 263-266; Bülthoff, H. H., y Edelman, S., «Psychophysical support for a two-dimensional view interpolation theory of object recognition», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, (1992), pp. 60-64. <<

[53] Reconocer las formas mediante su volteo (rotación) mental: Shepard, R. N., y Cooper, L. A., *Mental images and their transformations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Tarr, M. J., y Pinker, S., «Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition», *Cognitive Psychology*, 21,(1989), pp. 233-282; Tarr, M. J., y Pinker, S., «When does human object recognition use a viewer-centered reference frame?», *Psychological Science*, 1,(1990), pp. 253-256; Tarr, M. J., «Rotating objects to recognize them: A case study on the role of viewpoint dependency in the recognition of three-dimensional shapes», *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, (1995), pp. 55-82; Ullman, S., «Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition», *Cognition*, 32, (1989), pp. 193-254.
<<

[54] Rotación mental: Cooper, L. A., y Shepard, R. N., «Chronometric studies of the rotation of mental images», en W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing*, Academic Press, Nueva York, 1973; Shepard, R. N., y Cooper, L. A., *Mental images and their transformations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Tarr, M. J., y Pinker, S., «Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition», *Cognitive Psychology*, 21, (1989), pp. 233-282; Tarr, M. J., y Pinker, S., «When does human object recognition use a viewer-centered reference frame?», *Psychological Science*, 1, (1990), pp. 253-256; Corballis, M. C., «Recognition of disoriented shapes», *Psychological Review*, 95, (1988), pp. 115-123. <<

[55] Dextrosidad-levosidad y el universo: Gardner, M., *The new ambidextrous universe*, W. H. Freeman, Nueva York, 1990. La psicología de la izquierda y de la derecha: Corballis, M. C., y Beale, I. L., *The psychology of left and right*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1976. <<

[56] Olvido relacionado con la derecha y la izquierda: Corballis, M. C., «Recognition of disoriented shapes», *Psychological Review*, 95, (1988), pp. 115-123; Corballis, M. C., y Beale, I. L., *The psychology of left and right*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1976; Hinton, G. E., y Parsons, L. M., «Frames of reference and mental imagery», en J. Long y A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Tarr, M. J., y Pinker, S., «Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition», *Cognitive Psychology*, 21, (1989), pp. 233-282. <<

[57] ¿Cómo reconocemos las formas?: Tarr, M. J., y Pinker, S., «Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition», *Cognitive Psychology*, 21, (1989), pp. 233-282; Tarr, M. J., «Rotating objects to recognize them: A case study on the role of viewpoint dependency in the recognition of three-dimensional shapes», *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, (1995), pp. 55-82; Tarr, M. J., y Bülthoff, H. H., «Is human object recognition better described by geon-structural-descriptions or by multiple views?», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21,(1995), pp. 1494-1505; Biederman, I., «Visual object recognition» en Kosslyn, S. M., y Osherson, D. N. (Eds.), *An invitation to cognitive science*, Vol. 2: *Usual cognition*, 2.^a ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Bülthoff, H. H., y Edelman, S., «Psychophysical support for a two-dimensional view interpolation theory of object recognition», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, (1992), pp. 60-64; Sinha, P., «Perceiving and recognizing three-dimensional forms», Tesis doctoral, Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT, 1995. <<

[58] Imagenería mental: Kosslyn, S. M., *Image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980; Kosslyn, S. M., *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*, Norton, Nueva York, 1983; Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994; Paivio, A., *Imagery and verbal processes*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1971; Finke, R. A., *Principles of mental imagery*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989; Block, N. (Ed.), *Imagery*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff Amsterdam, 1988; Tye, M., *The imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991; Logie, R. H., *Visuo-spatial working memory* Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1995; Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Amsterdam, 1988; Hebb, D. O., «Concerning imagery», *Psychological Review*, 75, (1968), pp. 466-477. <<

[59] Imagenería de los yanomami: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*. Harcourt Brace, Nueva York, 1992. <<

[60] Creatividad e imagería: Finke, R. A., *Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Shepard, R. N., «The mental image», *American Psychologist*, 33, (1978), pp. 125-137; Shepard, R. N., y Cooper, L. A., *Mental images and their transformations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Kosslyn, S. M., *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*, Norton, Nueva York, 1983. <<

[61] Músculo estriado de la frente: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994, p. 128. <<

[62] Imágenes (pintura-fotografía) frente a proposiciones: Pylyshyn, Z., «What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery», *Psychological Bulletin*, 80, (1973), pp. 1-24; Pylyshyn, Z. W, *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984; Block, N. (Ed.), *Imagery*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981; Kosslyn, S. M., *Image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980; Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994; Pinker, S. (Ed.), *Visual cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984b; Kosslyn, S. M., Pinker, S., Smith, G. E., Schwartz, S. R, y otros, «On the demystification of mental imagery», *Behavioral and Brain Sciences*, 2, (1979), pp. 535-581, reeditado en Block, N. (Ed.), *Imagery*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. Imaginería en los ordenadores: Funt, B. V, «Problem-solving with diagrammatic representations», *Artificial Intelligence*, 13, (1980), pp. 210-230; Glasgow J., y Papadias, D., «Computational imagery», *Cognitive Science*, 16, (1992), pp. 355-394; Stenning, K., y Oberlander, J., «A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation», *Cognitive Science*, 19, (1995), pp. 97-140; Ioerger, T. R., «The manipulation of images to handle indeterminacy in spatial reasoning», *Cognitive Science*, 18, (1994), pp. 551-593. <<

[63] Mapas corticales: Van Essen, D. C., y DeYoe, E. A., «Concurrent processing in the primate visual cortex», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[64] «Or cloy the hunger edge of appetite by bare imagination of a feast» [Quién puede calmar el aguijón del hambre sólo por imaginar ante sí un gran banquete]: William Shakespeare, *Ricardo II*, acto 1, escena 3, Cátedra, Letras Universales, Madrid, 1997, pp. 152-155. <<

[65] Efecto Perky: Perky, C. W., «An experimental study of imagination», *American Journal of Psychology*, 21, (1910), pp. 422-452; Segal, S., y Fusella. V., «Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals», *Journal of Experimental Psychology*, 83, (1970), pp. 458-464; Craver-Lemley, C., y Reeves, A., «How visual imagery interferes with vision», *Psychological Review*, 98, (1992), pp. 633-649; Farah, M. J., «Mechanisms of imagery-perception interaction», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, (1989), pp. 203-211. <<

[66] Imagenería y coordinación: Brooks, L., «Spatial and verbal components in the act of recall», *Canadian Journal of Psychology*, 22, (1968), pp. 349-368; Logie, R. H., *Visuo-spatial working memory*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1995. <<

[67] Imaginería e ilusiones: Wallace, B., «Apparent equivalence between perception and imagery in the production of various visual illusions», *Memory and Cognition*, 12, (1984), pp. 156-162. Imaginería y alineación: Freyd, J. J., y Finke, R. A., «Facilitation of length discrimination using real and imagined context frames», *American Journal of Psychology*, 97, (1984), pp. 323-341. <<

[68] Imágenes confusas y realidad: Johnson, M. K., y Raye, C. L., «Reality monitoring», *Psychological Review*, 88, (1981), pp. 67-85. <<

[69] Negligencia del espacio imaginario: Bisiach, E., y Luzzatti, C., «Unilateral neglect of representational space», *Cortex*, 14, (1978), pp. 129-133. <<

[70] La imagería ilumina el córtex visual: Kosslyn, S. M., *et al.*, «Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, (1993), pp. 263-287; Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994. <<

[71] Imágenes con y sin las dos mitades del córtex visual: Farah, M. J., Soso, M. J., y Dasheiff, R. M., «Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, (1992), pp. 241-246. <<

[72] Sueños e imágenes: Symons, D., «The stuff that dreams aren't made of: Why wake-state and dream-state sensory experiences differ», *Cognition*, 47, (1993), pp. 181-217. Control de la realidad: Johnson, M. K., y Raye, C. L., «Reality monitoring», *Psychological Review*, 88, (1981), pp. 67-85. <<

[73] La imagería que subyace al medio: Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson, J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Ámsterdam, 1988; Cave, K. R., Pinker, S., *et al.*, «The representation of location in visual images», *Cognitive Psychology*, 26, (1994) pp. 1-32; Kosslyn, S. M., *Image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980; Kosslyn, S. M., *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994. <<

[74] Computación con imagenería: Funt, B. V., «Problem-solving with diagrammatic representations», *Artificial intelligence*, 13, (1980), pp. 210-230; Glasgow, J., y Papadias, D., «Computational imagery», *Cognitive Science*, 16, (1992), pp. 355-394; Stenning, K., y Oberlander, J., «A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation», *Cognitive Science*, 19, (1995), pp. 97-140; Ioerger, T. R., «The manipulation of images to handle indeterminacy in spatial reasoning», *Cognitive Science*, 18, (1994), pp. 551-593. <<

[75] Animación mental: Ullman, S., «Visual routines», *Cognition*, 18, (1984), pp. 97-159, reeditado en Pinker, 1984; Jolicoeur, P., Ullman, S., y MacKay, M., «Visual curve tracing properties», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, (1991), pp. 997-1022. <<

[76] Responder a las preguntas utilizando la imagenería: Kosslyn, S. M., *image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980. <<

[77] La oscilación de la visualización de formas pato-conejos en la imagenería: Chambers, D., y Reisberg, D., «Can mental images be ambiguous?» *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, (1985), pp. 317-328; Finke, R. A., Pinker, S., y Farah, M. J., «Reinterpreting visual patterns in mental imagery», *Cognitive Science*, 13, (1989), pp. 51-78; Peterson, M. A., *et al.*, «Mental images can be ambiguous: Reconstruals and reference-frame reversals», *Memory and Cognition*, 20, (1992), pp. 107-123. Hyman, I. E., y Neisser, U., «Reconstruing mental images: Problems of method», *Emory Cognition Project Technical Report Number 19*, (1991), Emory University, Atlanta. <<

[78] Imágenes fragmentarias que se desvanecen: Kosslyn, S. M., *image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980. <<

[79] Imagenería y punto de vista privilegiado: Pinker, S., «Mental imagery and the third dimension», *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, (1980), pp. 254-371; Pinker, S., «Visual cognition: an introduction», *Cognition*, 18, (1984c), pp. 1-63; Pinker, S., «A computational theory of the mental imagery medium», en Denis, M., Engelkamp, J., y Richardson J. T. E. (Eds.), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Ámsterdam, 1988. <<

[80] Perspectiva múltiple en las pinturas: Kubovy, M., *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, Nueva York, 1986; Pirenne, M. H., *Optics, painting, and photography*, Cambridge University Press, Nueva York, 1970. La perspectiva de los Cro-Magnones: Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996. <<

[81] Imágenes etiquetadas y ordenadas: Pylyshyn, Z., «What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery», *Psychological Bulletin*, 80, (1973), pp. 1-24; Kosslyn, S. M., *image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980. <<

[82] Memoria visual en los maestros del ajedrez: Chase, W. G., y Simon, H. A., «Perception in chess», *Cognitive Psychology*, 4, (1973) pp. 55-81. <<

[83] Recuerdo de un centavo: Nickerson, R. A., y Adams, M. J., «Long-term memory for a common object», *Cognitive Psychology*, 11, (1979), pp. 287-307. <<

[84] Distorsiones de los mapas mentales: Stevens, A., y Coupe, P., «Distortions in judged spatial relations», *Cognitive Psychology*, 10, (1978), pp. 422-437. <<

[85] Las imágenes no son conceptos: Pylyshyn, Z., «What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental *imagery*», *Psychological Bulletin*, 80, (1973), pp. 1-24; Kosslyn, S. M., *Image and mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980; Fodor, J. A., *The language of thought*, Crowell, Nueva York, 1975 (versión castellana, *El lenguaje del pensamiento*, Alianza Editorial, Madrid, 1985); Tye, M., *The imagery debate*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1991.
<<

[86] La imagería demente: Titchener, E. B., *Lectures on the experimental psychology of the thought processes*, Macmillan, Nueva York, 1909. <<

Capítulo 5. Exaltados compulsivos

[1] Darwin frente a Wallace: Gould, S. J., «Natural selection and the human brain: Darwin vs. Wallace», (1980c), en Gould, S. J., *The panda's thumb*, Norton, Nueva York, 1980a; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994. <<

[2] Cerebro como capacidad de destrucción superior: Davies, P., *Are we alone? Implications of the discovery of extraterrestrial life*, Basic, Nueva York, 1995, pp. 85-87. <<

[3] Ordenador exaptado: Gould, S. J., «Natural selection and the human brain: Darwin vs. Wallace», (1980c), en Gould, S. J., *The panda's thumb*, Norton, Nueva York, 1980, p. 57. <<

[4] Salvajes cerebrales: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993. <<

[5] Silogismo de la caña de ron: Cole, M., Gay, J., Click, J., y Sharp, D. W., *The cultural context of learning and thinking*, Basic Books, Nueva York, 1971; Neisser, U., «General, academic, and artificial intelligence: Comments on the papers by Simon and by Klahr», en L. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1976. <<

[6] Lógica y corderos lisiados: Carroll, L., *Symbolic logic*, en W. W. Bartley (Ed.), *Lewis Carroll's Symbolic Logic*, Clarkson Potter, Nueva York, (1896) 1977. <<

[7] Racionalidad ecológica: Tooby, J., y Cosmides, L., «Ecological rationality and the multimodular mind: Grounding normative theories in adaptive problems», manuscrito inédito, University of California, Santa Bárbara, 1997. Disimilitudes entre pensamiento y ciencia: Harris, P. L., «Thinking by children and scientists: False analogies and neglected similarities», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Tooby, J., y Cosmides, L., «Ecological rationality and the multimodular mind: Grounding normative theories in adaptive problems», manuscrito inédito, University of California, Santa Bárbara, 1997; Neisser, U., «General, academic, and artificial intelligence: Comments on the papers by Simon and by Klahr», en L. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1976. <<

[8] Chamanes de Siberia: Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, Harper Collins, Nueva York, 1989, pp. 410-412 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[9] Sociedad de castas hereditarias: Brown, D. E., *Hierarchy, history, and human nature: The social origins of historical consciousness*, University of Arizona Press, Tucson, 1988. <<

[10] Conceptos como predictores: Rosch, E., «Principles of categorization», en E. Rosch y B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1978; Shepard, R. N., «Toward a universal law of generalization for psychological science», *Science*, 237, (1987), pp. 1317-1323; Bobick, A., *Natural object categorization*, MIT Artificial Intelligence Laboratory Technical Report 1001, 1987; Anderson, J. R., *The adaptive character of thought*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990; Anderson, J. R., y otros, «Is human cognition adaptive?», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 471-517; Pinker, S., y Prince, A., «The nature of human concepts: Evidence from an unusual source», *Communication and Cognition* 29, (1996), pp. 307-361. <<

[11] Lo difuso y la semejanza frente a las reglas y las teorías: Armstrong, S. L., Cleitman, L. R., y Gleitman, H., «What some concepts might not be», *Cognition*, 13, (1983), pp. 263-308; Pinker, S., y Prince, A., «The nature of human concepts: Evidence from an unusual source», *Communication and Cognition*, 29, (1996), pp. 307-361; Murphy, G. L., «A rational theory of concepts», en G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 29, Academic Press, Nueva York, 1993; Medin, D. L., «Concepts and conceptual structure», *American Psychologist*, 44, (1 989), pp. 1469-1481; Kelly, M. H., «Darwin and psychological theories of classification», *Evolution and Cognition*, 2, (1992), pp. 79-97; Smith, E. E., Langston, C., y Nisbett, R., «The case for rules in reasoning», *Cognitive Science*, 16, (1992), pp. 1-40; Rey, G., «Concepts and stereotypes», *Cognition*, 15, (1983), pp. 237-262; Pazzani, M., «Explanation-based learning for knowledge-based systems», *International Journal of Man-Machine Studies*, 26, (1987), pp. 413-433; Pazzani, M., «Learning causal patterns: Making a transition for data-driven to theory-driven learning», *Machine Learning*, 11, (1993), pp. 173-194; Pazzani, M., y Dyer, M., «A comparison of concept identification in human learning and network learning with the Generalized Delta Rule», en *Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87)*, Morgan Kaufmann, Los Altos, California, 1987; Pazzani, M., y Kibler, D., «The utility of knowledge in inductive learning», *Machine Learning*, 9, (1993), pp. 57-94; Rips, L. J., «Similarity, typicality, and categorization», en S. Vosniadou y A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*, Cambridge University Press, Nueva York, 1989. <<

[12] Las especies según los biólogos: Mayr, E., *The growth of biological thought*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1982; Ruse, M., «Biological species: Natural kinds, individuals, or what?», *British Journal of the Philosophy of Science*, 38, (1986), pp. 225-242. <<

[13] Reptiles difusos: Konner, M., *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*, Harper and Row, Nueva York, 1982. Peces difusos: Dawkins, R., *The blind watchmaker: ^y the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993); Gould, S. J., «What, if anything, is a zebra?» (1983c), en Gould, S. J., *Hens'teeth and horses'toes*, Norton, Nueva York, 1983a; Ridley, Mark, *The problems of evolution*, Oxford University Press, Nueva York, 1986; Pennisi, E., «Biologists urged to retire Linnaeus», *Science*, 273, (1996), p. 181. Especies extintas: Gould, S. J., *Wonderful life: The Burgess Shale and the nature of history*, Norton, Nueva York, 1989. <<

[14] Todo es difuso: Lakoff, G., *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, University of Chicago Press, Chicago, 1987. <<

[15] Idealizaciones precisas: Pinker, S., y Prince, A., «The nature of human concepts: Evidence from an unusual source», *Communication and Cognition* 29, (1996), pp. 307-361. <<

[16] Estereotipos de intrusos sin sentido: Brown, R., *Social psychology: The second edition*, Free Press, Nueva York, 1985. <<

[17] Estereotipos negativos estadísticamente precisos: McCauley, C., y Stitt, C. L., «An individual and quantitative measure of stereotypes», *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, (1978), pp. 929-940. <<

[18] Modos de explicación: Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b), en Dennett, D. C., *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978a; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *LA peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Dennett, D. C., «The interpretation of texts, people, and other artifacts», *Philosophy and Phenomenological Research*, 50, (1990), pp. 177-194; Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A., «Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity», 1994b., en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994; Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Carey, S., *Conceptual change in childhood*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1985; Carey, S., y Spelke, E., «Domain-specific knowledge and conceptual change», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Baron-Cohen, S., *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Leslie, A. M., «ToMM, ToBY., and agency: Core architecture and domain specificity», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994; Schwartz, S. P., «Natural kind terms», *Cognition*, 7, (1979), pp. 301-315; Keil, F. C., *Semantic and conceptual development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1979. <<

[19] Ave muerta, ave viva: Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986, pp. 10-11 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993. <<

[20] Sistemas de inteligencia artificial innatos: Lenat, D. B., y Guha, D. V., *Building large knowledge-based systems*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1990. <<

[21] Los niños pequeños como físicos: Spelke, E., «Initial knowledge: Six suggestions», *Cognition*, 50, (1995), pp. 433-447; Spelke, E. S., *et al.*, «Origins of knowledge», *Psychological Review*, 99, (1992), pp. 605-632; Spelke, E. S., Phillips, A., y Woodward, A. L., «Infants' knowledge of object motion and human action», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Spelke, E., Vishton, P., y von Hofsten, C., «Object perception, object-directed action, and physical knowledge in infancy», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Baillargeon, R., «Physical reasoning in infancy», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Baillargeon, R., Kotovsky, L., y Needham, A., «The acquisition of physical knowledge in infancy», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*. Oxford University Press, Nueva York, 1995.320 la teoría intuitiva del Ímpetus: <<

[22] Teoría intuitiva del ímpetu: McCloskey, M., Caramazza, A., y Green, B., «Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects», *Science*, 210, (1980), pp. 1139-1141; McCloskey, M., «Intuitive physics», *Scientific American*, 248, (1983), pp. 122-130. Física intuitiva: Proffitt, D. L., y Gilken, D. L., «Understanding natural dynamics», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, (1989), pp. 384-393. <<

[23] La comprensión que los universitarios tienen de la noción de fuerza: Redish, E., «The implications of cognitive studies for teaching physics», *American Journal of Physics*, 62, (1994), pp. 796-803. <<

[24] Los bebés y los puntos: Heider, F., y Simmel, M., «An experimental study of apparent behavior», *American Journal of Psychology*, 57, (1944), pp. 243-259; Michotte, A., *The perception of causality*, Methuen, Londres, 1963; Premack, D., «Do infants have a theory of self-propelled objects?», *Cognition*, 36, (1990), pp. 1-16. <<

[25] Los niños y lo animado: Premack, D., «Do infants have a theory of self-propelled objects?», *Cognition*, 36, (1990), pp. 1-16; Leslie, A. M., «ToMM, ToBY and agency: Core architecture and domain specificity», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Leslie, A. M., «A theory of agency», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Mandler, J., «How to build a baby, II: Conceptual primitives», *Psychological Review*, 99, (1992), pp. 587-604; Gelman, R., Durgin, F., y Kaufman, L., «Distinguishing between animates and inanimates: Not by motion alone», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Gergely, Q., *et al.*, «Taking the intentional stance at 12 months of age», *Cognition*, 56, (1995), pp. 165-193. <<

[26] Universalidad de la biología popular: Konner, M., *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*, Harper and Row, Nueva York, 1982; Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Atran, S., *The cognitive foundations of natural history*. Cambridge University Press, Nueva York, 1990; Atran, S., 1995., «Causal constraints on categories and categorical constraints on biological reasoning across cultures», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Berlín, B., Breedlove, D., y Raven, P., «General principles of classification and nomenclature in folk biology», *American Anthropologist*, 87, (1973), pp. 298-315. <<

[27] leones, tigres y otras especies animales: Quine, W. V. O., «Natural kinds», en W. V. O. Quine, *Ontological relativity and other essays*, Nueva York, Columbia University Press, 1969 (versión castellana, *La relatividad ontológica y otros ensayos*, Editorial Tecnos, Madrid, 1974); Schwartz, S. P., «Natural kind terms», *Cognition* 7, (1979), pp. 301-315; Putnam, H., «The meaning of “meaning”», en K. Gunderson (Ed.), *Language, mind, and knowledge*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1975; Keil, F. C., *Concepts, kinds, and cognitive development*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[28] Darwin y los tipos naturales: Kelly, M. H., «Darwin and psychological theories of classification», *Evolution and Cognition*, 2, (1992), pp. 79-97; Dawkins, R., *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, Norton, Nueva York, 1986 (versión castellana, *El relojero ciego*, RBA, Barcelona, 1993). <<

[29] Esencialismo y resistencia a la evolución: Mayr, E., *The growth of biological thought*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1982. <<

[30] Los niños como esencialistas: Keil, F. C., *Concepts, kinds, and cognitive development*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989; Keil, F. C., «The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Keil, F. C., «The growth of causal understandings of natural kinds», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Gelman, S. A., Coley, J. D., y Gottfried, C. M., «Essentialist beliefs in children: The acquisition of concepts and theories», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994(a); Gelman, S. A., y Markman, E., «Young children's inductions from natural kinds: The role of categories and appearances», *Child Development*, 58, (1987), pp. 1532-1540. Posiciones escépticas acerca de los niños como esencialistas: Carey, S., «On the origin of causal understanding», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995. <<

[31] Los niños que distinguen la psicología de la biología: Hatano, G., y Inagaki, K., «Young children's naive theory of biology», *Cognition*, 50, (1995), pp. 153-170; Carey, S., «On the origin of causal understanding», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995.
<<

[32] Bebés y artefactos: Brown, A. L., «Domain-specific principles affect learning and transfer in children, *Cognitive Science*, 14, (1990), pp. 107-133. <<

[33] Los artefactos y los seres naturales se almacenan por separado en el cerebro: Hillis, A. E., y Caramazza, A., «Category-specific naming and comprehension impairment: A double dissociation», *Brain*, 114, (1991), pp. 2081-2094; Farah, M. J., *Visual agnosia*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990. <<

[34] ¿Qué es un artefacto?: Keil, F. C., *Semantic and conceptual development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1979; Keil, F. C., *Concepts, kinds, and cognitive development*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989; Dennett, D. C., «The interpretation of texts, people, and other artifacts», *Philosophy and Phenomenological Research*, 50, (1990), pp. 177-194; Schwartz, S. P., «Natural kind terms», *Cognition* 7, (1979), pp. 301-315; Putnam, H., «The meaning of “meaning”», en K. Gunderson (Ed.), *Language, mind, and knowledge*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1975; Chomsky, N. «Explaining language use», *Philosophical Topics*, 20, (1992), pp. 205-231; Chomsky, N., *Language and thought*, Wakefield, R. I, y Londres: Moyer Bell, 1993; Bloom, P., «Possible individuals in language and cognition», *Current Directions in Psychological Science*, 5, (1996), pp. 90-94. <<

[35] Psicología popular y postura intencional: Fodor, J. A., *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of Psychology*, Random House, Nueva York, 1968a (versión castellana, *La explicación psicológica*, Ediciones Cátedra, Madrid, 1980); Fodor, J. A., «Why paramecia don't have mental representations», en P. Rench, T. Uehling, Jr., y H. Wettstein (Eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 10, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1986; Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C., *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978a; Dennett, D. C., «Skinner skinned», (1978c) en Dennett, D. C., «Intentional systems», (1978b) en Dennett, D. C., *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*. Bradford Books/MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1978a. Baron-Cohen, S., *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[36] Teoría del módulo mental: Leslie, A. M., «ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Leslie, A. M., «A theory of agency», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Leslie, A. M., «Pretending and believing: Issues in the theory of ToMM», *Cognition*, 50, (1995b), pp. 193-220; Premack, D., y Premack, A. J., «Intention as psychological cause», en Sperber, D., Premack, D., y Premack, A. J. (Eds.), *Causal cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1995; Gopnik, A., y Wellman, H. M., «The theory theory», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A., «Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity», 1994b, en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Wimmer, H., y Perner, J., «Beliefs about belief: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception», *Cognition*, 13, (1983), pp. 103-128; Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., y Frith, U., «Does the autistic child have a theory of mind?», *Cognition*, 21, (1985), pp. 37-46; Baron-Cohen, S., *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[37] Niños pequeños y creencias falsas: Leslie, A. M., «ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Leslie, A. M., «Pretending and believing: Issues in the theory of ToMM», *Cognition*, 50, (1995b), pp. 193-220. <<

[38] Bolsas de piel: *Gopnik, A., Mindblindness, manuscrito inédito*, University of California, Berkeley, 1993. <<

[39] Autismo: Baron-Cohen, S., *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., y Frith, U., «Does the autistic child have a theory of mind?», *Cognition*, 21, (1985), pp. 37-46; Frith, U., «Autism: Beyond «theory of mind»», *Cognition*, 50, (1995), pp. 13-30; Gopnik, A., *Mindblindness*, manuscrito inédito, University of California, Berkeley, 1993. <<

[40] Nevera, aseos y autismo: Bettelheim, B., «Joey: A mechanical boy», *Scientific American*, marzo (1959), reedición en Atkinson, R. C. (Ed.), *Contemporary psychology*, Freeman, San Francisco, 1971. <<

[41] Fotografías falsas: Zaitchik, D., «When representations conflict with reality: The preschooler's problem with false beliefs and «false photographs», *Cognition*, 35, (1990), pp. 41-68. <<

[42] El cerebro crea el mundo: Miller, G. A., «Trends and debates in cognitive psychology», *Cognition*, 10, (1981), pp. 215-226. <<

[43] Estudiantes universitarios ilógicos: Johnson-Laird, P., *The computer and the mind*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1988. <<

[44] Lógica y pensamiento: Macnamara, J., *A border dispute: The place of logic in psychology*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Macnamara, J., y Reyes, G. E. (Eds.), *The logical foundations of cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1994. <<

[45] Defensa de la lógica de la mente: Macnamara, J., «Logic and cognition», en Macnamara, J., y Reyes, G. E. (Eds.) 1994, *The logical foundations of cognition*, Oxford University Press, Nueva York, 1994; Braine, M. D. S., «Mental logic and how to discover it», en Macnamara, J., y Reyes, G. E. (Eds.), *The logical foundations of cognition*. Oxford University Press, Nueva York, 1994; Bonatti, L., «Why should we abandon the mental logic hypothesis?», *Cognition*, 50, (1995), pp. 109-131; Rips, L. J., *The psychology of proof*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994.; Smith, E. E., Langston, C., y Nisbett, R., «The case for rules in reasoning», *Cognitive Science*, 16, (1992), pp. 1-40. <<

[46] Falsificación por la selección de cartas: Wason, P., «Reasoning», en B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*, Penguin, Londres, 1966; Manktelow, K. I., y Over, D. E., «Reasoning and rationality», *Mind and Language*, 2, (1987), pp. 199-219. <<

[47] Razonamiento y detección de mentirosos: Cosmides, L., *Deduction or Darwinian algorithms? An explanation of the «elusive» content effect on the Wason selection task*, tesis doctoral, Department of Psychology, Harvard University, 1985; Cosmides, L., «The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task», *Cognition*, 31, (1989), pp. 187-276; Cosmides, L., y Tooby, J., «Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. El problema del patrono/empleado: Gigerenzer, G., y Hug, K., «Domain specific reasoning: Social contracts, cheating and perspective change», *Cognition*, 43, (1992), pp. 127-171. Otros efectos e interpretaciones alternativas: Cheng, P., y Holyoak, K., «Pragmatic reasoning schemas», *Cognitive Psychology*, 17, (1985), pp. 391-416; Sperber, D., Cara, E, y Cirotto, V., «Relevance theory explains the selection task», *Cognition*, 57, (1995), pp. 31-95. <<

[48] Psicología del número: Geary, D. C., *Children's mathematical development*, American Psychological Association, Washington, D. C., 1994; Geary, D. C., «Reflections on evolution and culture in children's cognition», *American Psychologist*, 50, (1995), pp. 24-37; Gelman, R., y Gallistel, C. R., *The child's understanding of number*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1978; Gallistel, C. R., *The organization of learning*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Dehaene, S. (Ed.), *Numerical cognition*, número especial de *Cognition*, 44, (1992), reeditado por Blackwell, Cambridge, Massachusetts. Wynn, K., «Children's understanding of counting», *Cognition*, 36, (1990), pp. 155-193. Cómo cuentan los monos: Hauser, M. D., MacNeilage, P., y Ware, M., «Numerical representations in primates: Perceptual or arithmetic?», *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93, (1996), pp. 1514-1517. <<

[49] Actividades matemáticas y básicas humanas: Mac Lane, S., «Mathematical models: A sketch for the philosophy of mathematics», *American Mathematical Monthly*, 88, (1981), pp. 462-472; Lakoff, G., *Women fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, University of Chicago Press, Chicago, 1987. Los niños pequeños ciegos toman atajos: Landau, B., Spelke, E. S., y Gleitman, H., «Spatial knowledge in a young blind child», *Cognition*, 16, (1984), pp. 225-260. <<

[50] La competencia matemática: Geary, D. C., *Children's mathematical development*, American Psychological Association, Washington, D. C., 1994; Geary, D. C., «Reflections on evolution and culture in children's cognition», *American Psychologist*, 50, (1995), pp. 24-37. <<

[51] ¿Por qué Juanito no sabe aún sumar?: Geary, D. C., «Reflections on evolution and culture in children's cognition», *American Psychologist*, 50, (1995), pp. 24-37. <<

[52] ¿Por qué Juanito no sabe aún leer?: Levine, A., «Education: The great debate revisited», *Atlantic Monthly*, diciembre (1994); McGuinness, D., *Why our children can't read and what we can do about it*, Free Press, Nueva York, 1997. <<

[53] *Informávoros* término acuñado por George Miller. <<

[54] *Acalculia* término acuñado por John Allen Paulos. <<

[55] Ceguera a la probabilidad: Tversky, A., y Kahneman, D., «Judgment under uncertainty: Heuristics and biases», *Science*, 185, (1974), pp. 1124-1131; Tversky, A., y Kahneman, D., «Extensions versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment», *Psychological Review*, 90, (1983), pp. 293-315; Kahneman, D., Slovic, P., y Tversky, A. (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982; Kahneman, D., y Tversky, A., «On the study of statistical intuitions», *Cognition*, 11, (1982), pp. 123-141; Nisbett, R. E., y Ross, L. R., *Human inference: Strategies and shortcomings of social judgment*, Prentice-Hall, Englewood Cliff, Nueva Jersey, 1980; Sutherland, S., *Irrationality: The enemy Within*, Penguin, Londres, 1992; Gilovich, T., *How we know what isn't so: The fallibility of human reason in everyday life*, Free Press, Nueva York, 1991; Piattelli-Palmarini, M., *Inevitable illusions: How mistakes of reason rule our minds*, Wiley, Nueva York, 1994; Lewis, H. W., *Technological risk*, Norton, Nueva York, 1990. <<

[56] Somos estadísticos intuitivos: Gigerenzer, G., y Murray D. J., *Cognition as intuitive statistics*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1987; Gigerenzer, G., «How to make cognitive illusions disappear: Beyond heuristics and biases», *European Review of Social Psychology*, 2, (1991), pp. 83-115; Gigerenzer, G., «On narrow norms and vague heuristics: A reply to Kahneman and Tversky 1996», *Psychological Review*, 103,(1996a) pp. 592-596; Gigerenzer, G., y Hoffrage, U., «How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 684-704; Cosmides, L., y Tooby, J., «Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty», *Cognition*, 58, (1996), pp. 1-73; Lopes, L. L., y Oden, C. C., «The rationality of intelligence», en E. Eells y T. Maruszewski (Eds.), *Rationality and reasoning*, Rodopi, Ámsterdam, 1991; Koehler, J. J., y otros, «The base rate fallacy reconsidered: Descriptive, normative, and methodological challenger», *Behavioral and Brain Sciences*, 19, (1996), pp. 1-53. Réplica: Kahneman, D., y Tversky, A., «On the reality of cognitive illusions: A reply to Gigerenzer's critique», *Psychological Review*, 103, (1996),pp. 582-591. Las abejas como estadísticos intuitivos: Staddon, J. E. R., «Learning as inference», en R. C. Bolles y M. D. Beecher (Eds.), *Evolution and learning*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1988. <<

[57] Historia de la probabilidad y la estadística: Gigerenzer, G., *et al.*, *The empire of chance: How probability changed science and everyday life*, Cambridge University Press, Nueva York, 1989. Probabilidades reunidas a partir de la experiencia: Gigerenzer, G., y Hoffrage, U., «How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 684-704; Gigerenzer, G., «Ecological intelligence: An adaptation for frequencies», en D. Cummins y C. Allen (Eds.), *The evolution of mind*, Oxford University Press, Nueva York, 1997; Cosmides, L., y Tooby, J., «Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty», *Cognition*, 58, (1996), pp. 1-73; Kleiter, G., «Natural sampling: Rationality without base rates», en G. H. Fischer y D. Larning (Eds.), *Contributions to mathematical psychology, psychometrics, and methodology* Springer-Verlag, Nueva York, 1994. <<

[58] Somos buenos estadísticos cuando disponemos de información de la frecuencia: Tversky, A., y Kahneman, D., «Extensions versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment», *Psychological Review*, 90, (1983), pp. 293-315; Fiedler, K., «The dependence of the conjunction fallacy on subtle linguistic factors», *Psychological Research*, 50, (1988), pp. 123-129; Cosmides, L., y Tooby, J., «Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty», *Cognition*, 58, (1996), pp. 1-73; Gigerenzer, G., «How to make cognitive illusions disappear: Beyond heuristics and biases», *European Review of Social Psychology*, 2, (1991), pp. 83-115; Gigerenzer, G., «The psychology of good judgment: Frequency formats and simple algorithms», *Journal of Medical Decision Making*, 16, (1996b), pp. 273-280; Gigerenzer, G., «Ecological intelligence: An adaptation for frequencies», en D. Cummins y C. Allen (Eds.), *The evolution of mind*, Oxford University Press, Nueva York, 1997; Hertwig, R., y Gigerenzer, C., «The «conjunction fallacy» revisited: How intelligent inferences look like reasoning error», manuscrito inédito, Max Planck Institute for Psychological Research, Múnich, 1997.

<<

[59] Von Mises y la probabilidad de un acontecimiento único: ejemplo adaptado por: Cosmides, L., y Tooby, J., «Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty», *Cognition*, 58, (1996), pp. 1-73. <<

[60] O. J., maltrato y asesinato de una esposa: Good, I. J., When batterer turns murderer. *Nature*, 375, (1995), p. 541. <<

[61] «La falacia de conjunción» (a cajera feminista) no es una falacia: Hertwig, R., y Gigerenzer, C., «The «conjunction fallacy revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors», manuscrito inédito, Max Planck Institute for Psychological Research, Múnich, 1997. <<

[62] Metáfora espacial: Gruber, J., *Studies in lexical relations*, tesis doctoral, MIT, 1965, reeditada como *Lexical structures in syntax and semantics*, Ámsterdam, 1976; Jackendoff, R., *Semantics and cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983. Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Jackendoff, R., *Semantic structures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Jackendoff, R., *Patterns in the mind: Language and human nature*, Basic Books, Nueva York, 1994; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[63] La comunicación como donación: Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[64] Dinámica de la fuerza en el lenguaje y el pensamiento: Talmy, L., «Force dynamics in language and cognition», *Cognitive Science*, 12,(1988), pp. 49-100; Pinker, S., *Learnability and cognition The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[65] Espacio y fuerza en el lenguaje y pensamiento: Jackendoff, R., *Semantics and cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Jackendoff, R., *Semantic structures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; Jackendoff, R., *Patterns in the mind: Language and human nature*, Basic Books, Nueva York, 1994; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989; Levin, B., y Pinker, S. (Eds.), *Lexical and conceptual semantics*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1992; Wierzbicka, A., «Cognitive domains and the structure of the lexicon: The case of the emotions», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Miller, G. A., y Johnson-Laird, P. N., *Language and perception*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1976; Schanck, R. C., y Riesbeck, C. K., *Inside computer understanding: Five programs plus miniatures*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1981; Pustejovsky, J., *The generative lexicon*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. Universalidad del espacio y la fuerza: Talmy, L., «Lexicalization patterns: Semantic structure in lexical forms», en T. Shopen (Ed.), *Language typology and syntactic description*. Vol. III: *Grammatical categories and the lexicon*, Cambridge University Press, Nueva York, 1985; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[66] El notable pensamiento de Leibniz: Leibniz, G. W, *Philosophical papers and letters*. University of Chicago Press, Chicago, 1956. <<

[67] La metáfora espacial como vestigio cognitivo: Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[68] Chimpancés y causalidad: Premack, D., *Intelligence in ape and man*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1976. <<

[69] Universalidad del espacio y metáforas de la fuerza: Talmy, L., «Lexicalization patterns: Semantic structure in lexical forms», en T. Shopen (Ed.), *Language typology and syntactic description*. Vol. III: *Grammatical categories and the lexicon*, Cambridge University Press, Nueva York, 1985; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[* ita ed.] En la edición italiana de esta obra se encuentra la siguiente nota: “Lo scambio fra spazio-moto e causazione, negli ultimi due esempi, è basato sull’uso di *from* – preposizione che esprime in genere un complemento di moto da luogo o di tempo – invece che delle preposizioni normalmente impiegate nei complementi di causa, come *by* o *because of*. [NdT]”.

Los dos ejemplos que se refiera la nota son los siguientes:

Friday is covering Saturday and Sunday so I can't have Saturday and Sunday if I don't go through Friday [Venerdì copre il sabato e la domenica, così non posso avere il sabato e la domenica se non passo attraverso il venerdì]. *My dolly is scrunched from someone... but not from me* [La mia bambola è strapazzata da qualcuno... ma non da me].

They had to stop from a red light [Hanno dovuto fermarsi da un semaforo rosso]. <<

[70] Las metáforas espaciales de los niños: Bowerman, M., «Hidden meanings: The role of covert conceptual structures in children's development of language», en D. R. Rogers y J. A. Sloboda, (Eds.), *The acquisition of symbolic skills*, Plenum, Nueva York, 1983; Pinker, S., *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1989. <<

[71] Jackendoff, R., & Aaron, D. 1991. Review of Lakoff & Turner's "More than cool reason: A field guide to poetic metaphor". *Language*, 67, 320–339. <<

[72] Metáforas con las que vivimos: Lakoff, G., y Johnson, M., *Metaphors we live by*, University of Chicago Press, Chicago, 1980; Lakoff, G., *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, University of Chicago Press, Chicago, 1987. <<

[73] Gráficos: Pinker, S., «A theory of graph comprehension», en R. Friedle (Ed.), *Artificial intelligence and the future of testing*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1990. <<

[74] Matematización de las intuiciones físicas: Carey, S., y Spelke, E., «Domain-specific knowledge and conceptual change», en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a; Carey, S., «Cognitive science and science education», *American Psychologist*, 41,(1986), pp. 1123-1130; Proffitt, D. L., y Gilden, D. L., «Understanding natural dynamics» *Journal of Experimental Psychology: Human Perception y Performance*, 15, (1989), pp. 384-393. <<

[75] «Si los impresionistas hubiesen sido dentistas (Una fantasía que explora la transposición del temperamento)», Allen, W., *Without feathers*. Ballantine, Nueva York, 1983, (versión castellana, de José Luis Guarner, *Sin plumas*, Tusquets Editores, 1.^a ed. 1976 (Cuadernos ínfimos), 1.^a ed., (Fábula) 1997). <<

[76] Genio y creatividad: Weisberg, R., *Creativity: Genius and other myths*, Freeman, Nueva York, 1986; Perkins, D. N., *The mind's best work*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. <<

6. Exaltados compulsivos

[1] Enloquecer (término malayo, *amok*): B. B. Burton-Bradley, citado por Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[2] Universalidad de las emociones: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Lazarus, R. S., *Emotion and adaptation*, Oxford University Press, Nueva York, 1991; Ekman, P., y Davidson, R. J. (Eds.), *The nature of emotion*, Oxford University Press, Nueva York, 1994; Ekman, P., «Facial expression and emotion», *American Psychologist*, 48, (1993), pp. 384-392; Ekman, P., «Strong evidence for universals in facial expression: A reply to Russell's mistaken critique», *Psychological Bulletin*, 115, (1994), pp. 268-287; Ekman, P., y Friesen, W. V., *Unmasking the face*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1975; Etcoff, N. L., «The neuropsychology of emotional expression», en G. Goldstein y R. E. Tarter (Eds.), *Advances in Clinical Neuropsychology*, Vol. 3, Plenum, Nueva York, 1986. Controversias sobre la universalidad: Ekman, P., y Davidson, R. J. (Eds.), *The nature of emotion*, Oxford University Press, Nueva York, 1994; Russell, J. A., «Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of cross-cultural studies», *Psychological Bulletin*, 115, (1994), pp. 102-141. <<

[3] Darwin y la expresión emocional: Darwin, C., *The expression of the emotions in man and animals*, University of Chicago Press, Chicago, 1872/1965, pp. 15-17 (versión castellana, Darwin, C., *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*, Alianza Editorial, Madrid, 1998). <<

[4] Rigor antropológico: Ekman, P., «A life's pursuit», en T. A. Sebeok y J. Umiker-Sebeok (Eds.), *The semiotic web 86: An international yearbook*, Mouton de Gruyter, Berlín, 1987. La emoción en los niños ciegos y sordos: Lazarus, R. S., *Emotion and adaptation*, Oxford University Press, Nueva York, 1991. <<

[5] Dolor demente: Lewis, D., «Mad pain and Martian pain», en N. Block (Ed.), *Readings in philosophy of psychology*, Vol. 1, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1980, p. 216. <<

[6] Orines de vaca: Shweder, R. A., «“You’re not sick, you’re just in love”: Emotion as an interpretive system», en Ekman, P., y Davidson, R. J. (Eds.), *The nature of emotion*, Oxford University Press, Nueva York, 1994, p. 36. <<

[7] Los inuits *utku* maduros: Lazarus, R. S., *Emotion and adaptation*, Oxford University Press, Nueva York, 1991, p. 193. Los asoanos maduros: Freeman, D., *Margaret Mead and Samoa: The making and unmaking of an anthropological myth*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1983. <<

[8] Etnografía y etiqueta: citado en: Asimov, I., y Shulman, J. A. (Eds.), *Isaac Asimov's book of science and nature quotations*, Weidenfeld y Nicolson, Nueva York, 1986. <<

[9] Cerebro trino: MacLean, P. D., *The triune brain in evolution*, Plenum, Nueva York, 1990. Refutación: Reiner, A., «An explanation of behavior (Review of MacLean, 1990)», *Science*, 250, (1990), pp. 303-305. <<

[10] El cerebro emocional: Damasio, A. R., *Descartes'error: Emotion, reason, and the human brain*, Putnam, Nueva York, 1994 (versión castellana, Damasio, Antoni, R., *El error de Descartes*, Editorial Crítica, Barcelona, 1996); LeDoux, J. E., «Emotion and the limbic system concept», *Concepts in Neuroscience*, 2, (1991), pp. 169-199; LeDoux, J. E., *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1996 (versión castellana, *El cerebro emocional*, Editorial Planeta, 1999); Gazzaniga, M. S., *Nature's mind: The biological roots of thinking, emotion, sexuality, language, and intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1992. <<

[11] Indispensabilidad de la emoción: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424; Nesse, R. M., y Williams, G. C., *Why we get sick: The new science of Darwinian medicine*, Times Books, Nueva York, 1994; Nesse, R. M., «What good is feeling bad?», *The Sciences*, noviembre/diciembre (1991), pp. 30-37; Minsky, M., *The society of mind*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985. <<

[12] Robots emocionales: Minsky, M., *The society of mind*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985; Pfeiffer, R., «Artificial intelligence models of emotion», en V. Hamilton, G. H. Bower, y N. H. Frijda (Eds.), *Cognitive perspectives on emotion and motivation*, Kluwer, Holanda, 1988; Picard, R. W., «Affective computing. MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section», Technical Report #321, 1995; Crevier, D., *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1993. <<

[13] Luchar o huir: Marks, I. M., y Nesse, R. M., «Fear and fitness: An evolutionary analysis of amety disorders», *Ethology and Sociobiology*, 15, (1994), pp. 247-261. <<

[14] Selección del hábitat y estética medioambiental: Orians, G. H., y Heerwagen, J. H., «Evolved responses to landscapes», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Kaplan, S., «Environmental preference in a knowledge-seeking, knowledge-using organism», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Cosmides, L., Tooby, J., y Barkow, J., «Environmental aesthetics», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[15] Excursión de acampada que dura toda la vida: Cosmides, L., Tooby, J., y Barkow, J., «Environmental aesthetics», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992,p. 552. <<

[16] Nativos de América del Norte y sabanas sucedáneas: Christopher, T., «In defense of the embattled American lawn», *New York Times*, 23 de julio (1995), *The Week in Review*, p. 3. Aborígenes australianos y sabanas sucedáneas: Harris, D. R., «Human diet and subsistence», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992.
<<

[17] Marcos de referencias en vastos terrenos: Subbiah, I., Veltri, L., Liu, A., y Pentland, A., «Paths, landmarks, and edges as reference frames in mental maps of simulated environments. CBR Technical Report 96-4», Cambridge Basic Research, Nissan Research y Development, Inc, 1996. <<

[18] Repugnancia: Rozin, P., «Towards a psychology of food and eating: From motivation to module to model to marker, morality, meaning, and metaphor», *Current Directions in Psychological Science*, 5, (1996), pp. 18-24; Rozin, P., y Fallon, A., «A perspective on disgust», *Psychological Review*, 94, (1987), pp. 23-41. <<

[19] Comer insectos: Harris, M., *Good to eat: Riddles of food and culture*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985,p. 159 (versión castellana, *Bueno para comer: enigmas de alimentación y cultura*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[20] Yanomami y los hábitos dietéticos: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992. <<

[21] Aprender qué es bueno para comer: Cashdan, E., «A sensitive period for learning about food», *Human Nature*, 5, (1994), pp. 279-291. <<

[22] Mamá y papá como probadores de comida: Cashdan, E., «A sensitive period for learning about food», *Human Nature*, 5, (1994), pp. 279-291. <<

[23] Contaminación por contacto, comunicación personal de Tooby y Cosmides. <<

[24] Animalitos y cazadores-recolectores óptimos: Harris, M., *Good to eat: Riddles of food and culture*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985, p. 159 (versión castellana, *Bueno para comer: enigmas de alimentación y cultura*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[25] Ecología y tabúes sobre el alimento: Harris, M., *Good to eat: Riddles of food and culture*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985, p. 159 (versión castellana, *Bueno para comer: enigmas de alimentación y cultura*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[26] *Fobofobia* término acuñado por Richard Lederer. <<

[27] Miedos y fobias: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Marks, I. M., y Nesse, R. M., «Fear and fitness: An evolutionary analysis of anxiety disorders», *Ethology and Sociobiology*, 15, (1994), pp. 247-261; Nesse, R. M., y Williams, G. C., *Why we get sick: The new science of Darwinian medicine*, Times Books, Nueva York, 1994; Rachman, S., *Fear and courage*, W. H. Freeman, San Francisco, 1978; Seligman, M. E. P., «Phobias and preparedness», *Behavior Therapy*, 2, (1971), pp. 307-320; Marks, I. M., *Fears, phobias, and rituals*, Oxford University Press, Nueva York, 1987; Davey, G. C. L., y otros, «Preparedness and phobias: Specific evolved associations or a generalized expectancy bias?», *Behavioral and Brain Sciences*, 18, (1995), pp. 289-325. <<

[28] La fobia a los leones en Chicago: Maurer, A., «What children fear», *Journal of Genetic Psychology*, 106, (1965), pp. 265-277. <<

[29] Relativa rareza de la reacción consistente en echarse a gritar: Rachman, S., *Fear and courage*, W. H. Freeman, San Francisco, 1978; Myers, D. G., y Diener, E., «Who is happy?», *Psychological Science*, 6, (1995), pp. 10-19. <<

[30] Monos que aprenden a tener fobia a las serpientes: Mineka, S., y Cook, M., «Mechanisms involved in the observational conditioning of fear» *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, (1993), pp. 23-38. <<

[31] Domeñar el miedo: Rachman, S., *Fear and courage*, W. H. Freeman, San Francisco, 1978. <<

[32] Felicidad y comparaciones sociales: Kahneman, D., y Tversky, A., «Choices, values, and frames», *American Psychologist*, 39, (1984), pp. 341-350; Brown, R., *Social psychology: The second edition*, Free Press, Nueva York, 1985. Violencia y desigualdad: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988, p. 288. <<

[33] ¿Quién es feliz?: Myers, D. G., y Diener, E., «Who is happy?», *Psychological Science*, 6, (1995), pp. 10-19. Heredabilidad de la línea de base de la felicidad: Lykken, D. T., y Tellegen, A., «Happiness is a stochastic phenomenon», *Psychological Science*, 7, (1996), pp. 186-189. <<

[34] Ganancias frente a pérdidas: Kahneman, D., yTversky, A., «Choices, values, and frames», *American Psychologist*, 39, (1984), pp. 341-350; Ketelaar, P., *Emotion as mental representations of fitness affordances I: Evidence supporting the claim that negative and positive emotions map onto fitness costs and benefits*, ponencia presentada en el congreso anual de *Human Behavior and Evolution Society*, Santa Bárbara, 28 de Junio-2 de julio, 1995; Ketelaar, P., «Affect as mental representations of value: Translating the value function for gains and losses into positive and negative affect», manuscrito inédito, Max Planck Institute, Múnich, 1997. <<

[35] La rutina hedonista: Brickman, P., y Campbell, D. T., «Hedonic relativism and planning the good society», en M. H. Appley (Ed.), *Adaptation-level theory: A symposium*, Academic Press, Nueva York, 1971; Campbell, D. T., «On the conflicts between biological and social evolution and between psychology and moral tradition», *American Psychologist*, 30, (1975),pp. 1103-1126. <<

[36] Murray y Esther, de la obra *Evry Coy's Cuide to Yiddish* de Arthur Naiman. <<

[37] Crimen y descartar el futuro: Wilson, J. Q., y Herrnstein, R. J., *Crime and human nature*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985; Daly, M., y Wilson, M., «Evolutionary psychology of male violence», en J. Archer (Ed.), *Male violence*, Routledge, Londres, 1994; Rogers, A. R., «Evolution of time preference by natural selection», *American Economic Review*, 84, (1994), pp. 460-481. <<

[38] Descarte miope: Kirby, K. N., y Hermstein, R. J., «Preference reversals due to myopic discounting of delayed reward», *Psychological Science*, 6, (1995), pp. 83-89.
<<

[39] Autocontrol y consumidores racionales: Schelling, T. C., «The intimate contest for self-comand», en T. C. Schelling, *Choice and consequence: Perspectives of an errant economist*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 58.
<<

[40] si tuviera dos egos: Schelling, T. C., «The intimate contest for self-command», en T. C. Schelling, *Choice and consequence: Perspectives of an errant economist*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 58. <<

[41] Los replicadores egoístas: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Dawkins, R., *The extended phenotype*, Oxford University Press, Nueva York, 1982; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995; Sterelny, K., y Kitcher, P., «The return of the gene», *Journal of Philosophy*, 85, (1988), pp. 339-361; Maynard Smith, J., *Evolution and the theory of games*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982; Trivers, R., «Sociobiology and politics», en E. White (Ed.), *Sociobiology and human politics*, D. C. Heath, Lexington, Massachusetts, 1981; Trivers, R., *Social evolution*. Benjamín/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Cosmides, L., y Tooby, J., «Cytoplasmic inheritance and intragenomic conflict», *Journal of Theoretical Biology*, 89, (1981), pp. 83-129. <<

[42] selección de los replicadores, grupos y ramas: Gould, S. J., «Caring groups and selfish genes», (1980b) en Gould, S. J., *The panda's thumb*, Norton, Nueva York, 1980a; Wilson, D. S., Sober, E., y otros, «Re-introducing group selection to the human behavior sciences», *Behavioral and Brain Sciences*, 17, (1994), pp. 585-608; Dennett, D. C., *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, Simon & Schuster, Nueva York, 1995 (versión castellana, *LA peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000); Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994). <<

[43] Selección por parentesco: Williams, G. C., y Williams, D. C., «Natural selection of individually harmful social adaptations among sibs with special reference to social insects», *Evolution*, 11, (1957), pp. 32-39; Hamilton, W. D., «The evolution of altruistic behavior», *American Naturalist*, 97, (1963), pp. 354-356; reeditado en Hamilton, 1996; Hamilton, W. D., «The genetical evolution of social behaviour (I and H)», *Journal of Theoretical Biology*, 7, (1964), pp. 1-16; pp. 17-52; reeditado en Hamilton, 1996; Maynard Smith, J., «Group selection and kin selection», *Nature*, 201, (1964), pp. 1145-1147; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985. <<

[44] Altruismo recíproco: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Trivers, R., «The evolution of reciprocal altruism», *Quarterly Review of Biology*, 46, (1971), pp. 35-57; Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Cosmides, L., y Tooby, J., «Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Brown, R., *Social psychology: The second edition*, Free Press, Nueva York, 1985, p. 93. <<

[45] Altruismo recíproco y las emociones: Trivers, R., «The evolution of reciprocal altruism», *Quarterly Review of Biology*, 46, (1971), pp. 35-57; Trivers, R., *Social evolution*. Benjarnin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Alexander, R. D., y Aldine de Cruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Axelrod, R., *The evolution of cooperation*, Basic Books, Nueva York, 1984; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. El sentido moral: Wilson, J. Q., *The moral sense*, Free Press, Nueva York, 1993. <<

[46] Altruismo recíproco e investigación en psicología social: Trivers, R., «The evolution of reciprocal altruism», *Quarterly Review of Biology*, 46, (1971), pp. 35-57; Trivers, R., «Sociobiology and politics» en E. White (Ed.), *Sociobiology and human politics*, D. C. Heath, Lexington, Massachusetts, 1981. <<

[47] Amistad intragrupal = enemistad intergrupala: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Alexander, R. D., ponencia presentada a la conferencia «The origin and dispersal of modern humans», Corpus Christi College, Cambridge, Inglaterra, 22-26 de marzo, 1987b, artículo reseñado en *Science*, 236 (1987), pp. 668-669. <<

[48] Doctor Strangelove: tomado de Peter George, *Dr. Strangelove*, Boston, G. K. Hal., 1963/1979, pp. 98-99. <<

[49] Pensar lo impensable: Poundstone, W., *Prisoner's dilemma: Paradox, puzzles, and the frailty of knowledge*, Anchor, Nueva York, 1992. <<

[50] Tácticas paradójicas: Schelling, T. C., *The strategy of conflict*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1960. <<

[51] Las emociones como máquinas de destrucción total y otras tácticas paradójicas: Trivers, R., «The evolution of reciprocal altruism», *Quarterly Review of Biology*, 46, (1971), pp. 35-57; Trivers, R., *Social evolution*, Benjarnin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Frank, R. H., *Passions Within reason: The strategic role of the emotions*, Norton, Nueva York, 1988; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Hirshleifer, J., «On the emotions as guarantors of threats and promises», en J. Dupré (Ed.), *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987. <<

[52] Justicia y las Falklands: Frank, R. H., *Passions Within reason: The strategic role of the emotions*, Norton, Nueva York, 1988. Venganza: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. Honor: Nisbett, R. E., y Cohen, D., *Culture of honor: The psychology of violence in the South*, Harper Collins, Nueva York, 1996. <<

[53] Expresiones faciales: Darwin, C., *The expression of the emotions in man and animals*, University of Chicago Press, Chicago, 1872/1965 (versión castellana, Darwin., C., *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*, Alianza Editorial, Madrid, 1998); Ekman, P., y Friesen, W. V., *Unmasking the face*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1975; Fridlund, A., «Evolution and facial action in reflex, social motive, and paralanguage», *Biological Psychology*, 32, (1991), pp. 3100; Fridlund, A., *Human facial expression: An evolutionary view*, Academic Press, Nueva York, 1995. El antidarwinismo de Darwin: Fridlund, A., «Darwin's anti-Darwinism in "The expression of the emotions in man and animals"», en K. T. Strongman (Ed.), *International Review of Studies of Emotion*, Vol. 2, Wiley, Nueva York, 1992. <<

[54] Expresiones faciales voluntarias e involuntarias, método de interpretación y el cerebro: Damasio, A. R., *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*, Putnam, Nueva York, 1994. Versión castellana Damasio, Antoni, R., *El error de Descartes*, Editorial Crítica, Barcelona, 1996). <<

[55] La señalización honesta en los animales: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Trivers, R., «Sociobiology and politics», en E. White (Ed.), *Sociobiology and human politics*, D. C. Heath, Lexington, Massachusetts, 1981; Hauser, M. D., *The evolution of communication*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996; Hamilton, W. D., «The evolution of altruistic behavior», *American Naturalist*, 97, (1963),pp. 354-356;reeditado en Hamilton, 1996. <<

[56] Las emociones y el cuerpo: Ekman, P., y Davidson, R. J. (Eds.), *The nature of emotion*, Oxford University Press, Nueva York, 1994; Lazarus, R. S., *Emotion and adaptation*, Oxford University Press, Nueva York, 1991; Etcoff, N. L., «The neuropsychology of emotional expression», en G. Goldstein y R. E. Tarter (Eds.), *Advances in Clinical Neuropsychology*, Vol. 3, Plenum, Nueva York, 1986. <<

[57] Teoría del amor loco: Frank, R. H., *Passions Within reason: The strategic role of the emotions*, Norton, Nueva York, 1988. <<

[58] Mercado matrimonial: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Fisher, H. E., *Anatomy of love: The natural history of monogamy, adultery, and divorce*, Norton, Nueva York, 1992; Hatfield, E., y Rapson, R. L., *Love, sex, and intimacy: Their psychology, biology, and history*, Harper Collins, Nueva York, 1993. <<

[59] Tácticas para controlar al ego y a los otros: Schelling, T. C., «The intimate contest for self-command», en T. C. Schelling, *Choice and consequence: Perspectives of an errant economist*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984. <<

[60] El dolor como disuasión: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424. <<

[61] Autoengaño: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Alexander, R. D., y Aldine de Cruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Lockard, J. S., y Paulhaus, D. L. (Eds.), *Self-deception: An adaptive mechanism*; Englewood Cliffs, Prentice Hall, Nueva Jersey, 1988. Autoengaño como mecanismo freudiano de defensa: Nesse, R. M., y Lloyd, A. T., «The evolution of psychodynamic mechanisms», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[62] Cerebros escindidos: Gazzaniga, M. S., *Nature's mind: The biological roots of thinking, emotion, sexuality, language, and intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1992. <<

[63] Efecto lago Wobegon: Gilovich, T, *How we know what isn't so: The fallibility of human reason in everyday life*, Free Press, Nueva York, 1991. <<

[64] Benefactancia: Greenwald, A., «Self-knowledge and self-deception», en Lockard, J. S., y Paulhaus, D. L. (Eds.), *Self-deception: An adaptive mechanism*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, Nueva Jersey, 1988. Disonancia cognitiva: Festinger, L., *A theory of cognitive dissonance*, Stanford University Press, Stanford, California, 1957. Disonancia cognitiva como autopresentación: Aronson, E., *The social animal*, W. H. Freeman, San Francisco, 1980; Baumeister, R. F., y Tice, D. M., «Role of self-presentation and choice in cognitive dissonance under forced compliance: Necessary or sufficient causes?», *Journal of Personality and Social Psychology*, 46, (1984), pp. 5-13. Benefactancia y disonancia cognitiva como autoengaño: Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[65] Disputa entre esposo y esposa: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985. <<

[66] Explicar a Hitler: Rosenbaum, R., «Explaining Hitler», *New Yorker*, 1 de mayo, (1995), pp. 50-70. <<

7. Valores de la familia

[1] Controversia *Greening of America*: Nobile, P. (Ed), *The Con III controversy: The critics look at «The greening of America»*, Pocket Books, Nueva York, 1971. <<

[2] Las utopías del siglo XIX: Klaw, S., *Without sin: The life and death of the Oneida community*, Nueva York, Penguin, 1993. <<

[3] Universales humanos: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[4] Las treinta y seis situaciones dramáticas: Polti, G., *The thirty-six dramatic situations*, *The Writer, Inc*, Boston, 1921/1977. <<

[5] Competidores darwinianos: Williams, G. C., *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1966; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994. Dawkins, R., *River out of Eden: A Darwinian view of life*, Basic Books, Nueva York, 1995. <<

[6] Tasas de homicidio: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. Resolución universal de conflictos: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[7] Biología del parentesco: Hamilton, W. D., «The genetical evolution of social behaviour (1 and II)», *Journal of Theoretical Biology*, 7, (1964), pp. 1-16; pp. 17-52, reeditado en Hamilton, 1996; Wilson, E. O., *Sociobiology: The new synthesis*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1975 (versión castellana, *Sociobiología*, Ediciones Omega, 1980. Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994). Psicología del parentesco: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Daly, M., Salmon, C., y Wilson, M., «Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships», en D. Kenrick y J. Simpson (Eds.), *Evolutionary social psychology*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, en proceso editorial; Alexander, R. D., y Aldine de Gruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Fox, R., *Kinship and marriage: An anthropological perspective*, Cambridge University Press, Nueva York, 1984; van den Berghe, P. F., *Human family systems: An evolutionary view*, Elsevier, Ámsterdam, 1974; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[8] La definición de «hogar» a partir del poema de Robert Frost «The Death of the Hired Man», en *North of Boston*. <<

[9] Absurdo de parentesco: Daly, M., Salmon, C., y Wilson, M., «Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships», en D. Kenrick y J. Simpson (Eds.), *Evolutionary social psychology*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, en proceso editorial [Nota del editor digital, publicado como: Simpson (ed.), J. A., Simpson, J., & Kenrick, D. T. (Ed.) (1997). *Evolutionary social psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum]. <<

[10] Padrastos, madrastras e hijastros: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Daly, M., y Wilson, M., «Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems», en Gazzaniga, M. S. (Ed), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[11] Historias de Cenicienta: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988, p. 85. <<

[12] El homicidio como resolución de conflictos: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988, p. ix. <<

[13] Nepotismo: Shoumatoff, A., *The mountain of names: A history of the human family*, Nueva York, Simon & Schuster, 1985; Alexander, R. D., y Aldine de Cruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Daly, M., Salmon, C., y Wilson, M., «Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships», en D. Kenrick y J. Simpson (Eds.), *Evolutionary social psychology*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, en proceso editorial. Parentesco entre los yanomami: Chagnon, N. A., «Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population», *Science*, 239, (1988), pp. 985-992. Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992. <<

[14] Matrimonio entre primos: Thornhill, N., y otros, «An evolutionary analysis of rules regulating human inbreeding and marriage», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 247-293. <<

[15] La realidad del amor romántico: Symons, D., *Play and aggression: A study of rhesus monkeys*, Columbia University Press, Nueva York, 1978; Fisher, H. E., *Anatomy of love: The natural history of monogamy, adultery, and divorce*, Norton, Nueva York, 1992; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Harris, H. Y., *Human nature and the nature of romantic love*, tesis doctoral, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, 1995. <<

[16] Pariente ficticio: Daly, M., Salmon, C., y Wilson, M., «Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships», en D. Kenrick y J. Simpson (Eds.), *Evolutionary social psychology*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, en proceso editorial. <<

[17] La familia subversiva: Shoumatoff, A., *The mountain of names: A history of the human family*, Nueva York, Simon & Schuster, 1985; Mount, E., *The subversive family: An alternative history of love and marriage*, Free Press, Nueva York, 1992.
<<

[18] Realeza y familia: Thornhill, N., y otros, «An evolutionary analysis of rules regulating human inbreeding and marriage», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 247-293. La Iglesia y la familia: Betzig, L., «Medieval monogamy», en S. Mithen y H. Maschner (Eds.), *Darwinian approaches to the past*, Plenum, Nueva York, 1992. <<

[19] Conflicto generacional: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Daly, M., y Wilson, M., «Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995; Haig, D., «Genetic imprinting and the theory of parent-offspring conflict», *Developmental Biology*, 3, (1992), pp. 153-160; Haig, D., «Genetic conflicts in human pregnancy», *Quarterly Review of Biology*, 68, (1993), pp. 495-532. <<

[20] Rivalidad entre hermanos: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Sulloway, E. J., *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, Pantheon, Nueva York, 1996; Mock, D. W., y Parker, G. A., *The evolution of sibling rivalry*, Oxford University Press, Nueva York (en proceso editorial). <<

[21] Las voces en el útero: Haig, D., «Genetic conflicts in human pregnancy», *Quarterly Review of Biology*, 68, (1993), pp. 495-532. <<

[22] Infanticidio: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Daly, M., y Wilson, M., «Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems», en Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. <<

[23] Depresión posparto: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[24] Vinculación: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[25] Astucia: Gould, S. J., «A biological homage to Mickey Mouse», (1980d) en Gould, S. J., *The panda's thumb*, Norton, Nueva York, 1980a; Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989; Konner, M., *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*, Harper and Row, Nueva York, 1982; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[26] Tácticas psicológicas de los hijos: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Schelling, T. C., *The strategy of conflict*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1960. <<

[27] Edipo revisado: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[28] Control sobre las hijas: Wilson, M., y Daly, M., «The man who mistook his wife for a chattel», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[29] Socializar a los hijos contra sí mismos: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamín/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985. <<

[30] Naturaleza, cultura y la personalidad: Plomin, R., «Environment and genes: Determinants of behavior», *American Psychologist*, 44, (1989), pp. 105-111; Plomin, R., Daniels, D., y otros, «Why are children in the same family so different from one another?», *Behavioral and Brain Sciences*, 10, (1987), pp. 1-60; Bouchard, T. J., Jr, «Genes, environment, and personality», *Science*, 264, (1994), pp. 1700-1701; Bouchard, T. J., *et al.*, «Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart», *Science*, 250, (1990), pp. 223-228; Harris, J. R., «Where is the child's environment? A group socialization theory of development», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 458-489; Sulloway, F. J., «Birth order and evolutionary psychology: A meta-analytic overview» *Psychological Inquiry*, 6, (1995), pp. 75-80; Sulloway, F. J., *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, Pantheon, Nueva York, 1996. <<

[31] Cambiar a los padres: Harris, J. R., «Where is the child's environment? A group socialization theory of development», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 458-489. <<

[32] Los cabecillas de las pandillas de adolescentes son los primeros en tener novia: Dunphy, D., «The social structure of early adolescent peer groups», *Sodometry*, 26, (1963), pp. 230-246. <<

[33] Socialización a través de los compañeros: Harris, J. R., «Where is the child's environment? A group socialization theory of development», *Psychological Review*, 102, (1995), pp. 458-489. <<

[34] Ambivalencia de la madre: entrevista con Shari Thurer por D. C. Denison, *The Boston Globe Magazine*, 14 de mayo, 1995; Eyer, D., *Mother guilt: How our culture blames mothers for what's wrong with society*, Times Books, Nueva York, 1996. <<

[35] Educación sexual: Whitehead, B. D., «The failure of sex education», *Atlantic Monthly*, 274, (1994), pp. 55-61. <<

[36] Rivalidad entre hermanos: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Sulloway, F. J., «Birth order and evolutionary psychology: A meta-analytic overview», *Psychological inquiry*, 6, (1995), pp. 75-80; Sulloway, F. J., *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, Pantheon, Nueva York, 1996; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[37] Nietos en expectativa: Daly, M, y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Sulloway, F. J., *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, Pantheon, Nueva York, 1996; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. Filicidio: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. Dolor: Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[38] Dinámica familiar: Sulloway, F. J., «Birth order and evolutionary psychology: A meta-analytic overview», *Psychological Inquiry*, 6, (1995), pp. 75-80; Sulloway, F. J., *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, Pantheon, Nueva York, 1996. <<

[39] La chica de al lado: Fisher, H. E., *Anatomy of love: The natural history of monogamy, adultery, and divorce*, Norton, Nueva York, 1992; Hatfield, E., y Rapson, R. L., *Love, sex, and intimacy: Their psychology, biology, and history*, HarperCollins, Nueva York, 1993. Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[40] Evitación del incesto y tabués del incesto: Tooby, J., «The evolutionary regulation of inbreeding», *Institute for Evolutionary, Studies Technical Report 76 (1)*, pp. 1-87, University of California, Santa Bárbara, 1976a; Tooby, J., The evolutionary psychology of incest avoidance. *Institute for Evolutionary. Studies Technical Report 76 (2)*, pp. 1-92, University of California, Santa Bárbara, 1976b; Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Thornhill, N., y otros, «An evolutionary analysis of rules regulating human inbreeding and marriage», *Behavioral and Brain Sciences*, 14, (1991), pp. 247-293. <<

[41] Costes de la endogamia consanguínea: Ralls, K., Ballou, J., y Templeton, A., «Estimates of the cost of inbreeding in mammals», *Conservation Biology*, 2, (1988), pp. 185-193. <<

[42] Costes del incesto: Tooby, J., «The evolutionary regulation of inbreeding», *Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76 (1)*, pp. 1-87. University of California, Santa Bárbara, 1976a; Tooby, J., «The evolutionary psychology of incest avoidance», *Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76 (2)*, pp. 1-92, University of California, Santa Bárbara, 1976b. <<

[43] Estadísticas del incesto: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988.
<<

[44] Incesto en individuos que no han crecido juntos: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[45] La guerra de los sexos: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985. La psicología de la sexualidad: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Wright, R., «Feminists, meet Mr. Darwin», *New Republic*, 28 de noviembre, (1994b); Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[46] Realidad de algunos estereotipos sexuales: Eagly, A. H., «The science and politics of comparing women and men», *American Psychologist*, 50, (1995), 145-158. <<

[47] ¿Por qué sexo?: Tooby, J., «Pathogens, polymorphism, and the evolution of sex», *Journal of Theoretical Biology*, 97, (1982), pp. 557-576; Tooby, J., *The evolution of sex and its sequelae*, tesis doctoral, Harvard University, 1988; Tooby, J., y Cosmides, L., «On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation», *Journal of Personality*, 58, (1990b), pp. 17-67; Hamilton, W. D., Axelrod, R., y Tanese, R., «Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites (a review)», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87, (1990), pp. 3566-3573; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[48] ¿Por qué sexos?: Cosmides, L., y Tooby, J., «Cytoplasmic inheritance and intragenomic conflict», *Journal of Theoretical Biology*, 89, (1981), pp. 83-129; Hurst, L., y Hamilton, W. D., «Cytoplasmic fusion and the nature of the sexes», *Proceedings of the Royal Society of London B.*, 247, (1992), pp. 189-194. Anderson, A., «The evolution of sexes», *Science*, 257, (1992), pp. 324-326. <<

[49] ¿Por qué hay tan pocos animales hermafroditas?: Cosmides, L., y Tooby, J., «Cytoplasmic inheritance and intragenomic conflict», *Journal of Theoretical Biology*, 89, (1981), pp. 83-129. <<

[50] Selección sexual y diferencias en la inversión paternal: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Dawkins, R., *The selfish gene*. Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Wright, R., «Feminists, meet Mr. Darwin», *New Republic*, 28 de noviembre, (1994b). <<

[51] Los simios y el sexo: Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Mace, C., «The life of primates: Differences between the sexes», en Jones, S., Martín, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Dunbar, R. I. M., «Primate social organization: Mating and parental care», en Jones, S., Martín, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992. Infanticidio entre primates: Hrdy, S. B., *The woman that never evolved*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981. <<

[52] Competición de esperma: Baker, R. R., y Bellis, M. A., *Sperm competition: Copulation, masturbation, and infidelity*, Chapman y Hall, Londres, 1996. <<

[53] Aves adúlteras: Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[54] Los seres humanos y el sexo: Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Mace, C., «The life of primates: Differences between the sexes», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Dunbar, R. I. M., «Primate social organization: Mating and parental care», en Jones, S., Martin, R., y Pilbeam, D. (Eds.), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1992; Boyd, R., y Silk, J. R., *How humans evolved*, Norton, Nueva York, 1996; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[55] Entorno en el que evolucionó la mente: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. <<

[56] Hijos huérfanos de padres en las sociedades de cazadores-recolectores: Hill, K., y Kaplan, H., «Trade-offs in male and female reproductive strategies among the Ache (parts 1 and 2)», en Betzig, L., Borgerhoff Mulder, M., y Tarke, P. (Eds.), *Human reproductive behavior: A Darwinian perspective*, Cambridge University Press, Nueva York, 1988. <<

[57] Deseo masculino de variedad: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[58] *Voulez-vous coucher avec moi ce soir?*: Clark, R. D., y Hatfield, E., «Gender differences in receptivity to sexual offers», *Journal of Psychology and Human Sexuality*, 2, (1989), pp. 39-55. <<

[59] Efecto Coolidge en gallos y hombres: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[60] La pornografía es más popular que las películas o los deportes: Anthony Flint en el *Boston Globe*, 1 de diciembre, 1996. <<

[61] Pornografía y seducción: Simons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[62] Homosexualidad como una ventana a la heterosexualidad: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979, p. 300. Número de parejas homosexuales: Symons, D., y otros, «Précis of *The evolution of human sexuality*», *Behavioral and Brain Sciences*, 3, (1980),pp. 171-214. <<

[63] Economía sexual: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. Dworkin citado en: Wright, R., «Feminists, meet Mr. Darwin», *New Republic*, 28 de noviembre, (1994b). <<

[64] Monogamia y la doctrina del pecado: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979, p. 250. <<

[65] Gustos sexuales masculinos modulados por su atractivo: Waller, N. G., «Individual differences in age preferences in mates», *Behavioral and Brain Sciences*, 17, (1994), pp. 578-581. <<

[66] Poligamia: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Shoumatoff, A., *The mountain of names: A history of the human family*, Nueva York, Simon & Schuster, 1985; Altman, I., y Ginat, J., *Polygynous families in contemporary society*, Cambridge University Press, Nueva York, 1996; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992. <<

[67] Déspotas y harenes: Betzig, L., *Despotism and differential reproduction*, Aldine de Gruyten, Hawthorne, Nueva York, 1986. <<

[68] Poliandria: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[69] Monogamia como un cártel: Landsburg, S. E., *The armchair economist: Economía and everyday life*, Free Press, Nueva York, 1993, p. 170; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. Co-esposas: Shoumatoff, A., *The mountain of names: A history of the human family*, Nueva York, Simon & Schuster, 1985. Betzig sobre Bozo citado por Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[70] Monogamia y competición masculina: Betzig, L., *Despotism and differential reproduction*, Aldine de Gruyten, Hawthorne, Nueva York, 1986; Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993. <<

[71] Adulterio: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Baker, R. R., y Bellis, M. A., *Sperm competition: Copulation, masturbation, and infidelity*, Chapman y Hall, Londres, 1996. <<

[72] Carne a cambio de relaciones sexuales: Harris, M., *Good to eat: Riddles of food and culture*, Simon & Schuster, Nueva York, 1985 (versión castellana, *Bueno para comer: enigmas de alimentación y cultura*, Alianza Editorial, Madrid, 1997); Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Hill, K., y Kaplan, H., «Trade-offs in male and female reproductive strategies among the Ache (parts 1 and 2)», en Betzig, L., Borgerhoff Mulder, M., y Tarke, P. (Eds.), *Human reproductive behavior: A Darwinian perspective*, Cambridge University Press, Nueva York, 1988. Los gustos de las mujeres en amantes a corto plazo: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[73] Amantes de condición social superior: Baker, R. R., y Bellis, M. A., *Sperm competition: Copulation, masturbation, and infidelity*, Chapman y Hall, Londres, 1996; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979.
<<

[74] Las «vírgenes» que daban a luz en las islas Trobriand: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. <<

[75] Hombres a corto plazo y hombres a largo plazo: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. Dicotomía virgen/prostituta: Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life*, Pantheon, Nueva York, 1994a. <<

[76] Gustos en los esposos y las esposas: Buss, D. M., «Mate preference mechanisms: Consequences for partner choice and intrasexual competition», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992a; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[77] Preferencia de pareja: Buss, D. M., «Mate preference mechanisms: Consequences for partner choice and intrasexual competition», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992a; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. Preferencias de edad en las parejas: Kenrick, D. T., Keefe, R. G., y otros, «Age preferences in mates reflect sex differences in human reproductive strategies», *Behavioral and Brain Sciences*, 15, (1992), pp. 75-133. <<

[78] Anuncios personales, servicios matrimoniales y matrimonios: Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Buss, D. M., «Mate preference mechanisms: Consequences for partner choice and intrasexual competition», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992a; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[79] *Moko dudei* de los yanomaami: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992; Symons, D., «Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness», en P. R. Abramson y S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1995. <<

[80] El aspecto de la esposa y la riqueza del esposo: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. Schroeder sobre el magnetismo animal, citado en: Wright, R., ««The biology of violence», *New Yorker*, 13 de marzo (1995), p. 72. <<

[81] Mujeres con prestigio desean hombres con prestigio: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. Las líderes feministas quieren hombres de prestigio: Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Yooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[82] Lebowitz citado en: J. Winokur, *The portable curmudgeon*, New American Library, Nueva York, 1987. <<

[83] Decorar el cuerpo para hacerlo bello frente a otras razones: Etofff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998. Universalidad de la belleza: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness», en P. R. Abramson y S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1995; Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Perrett, D. I., May, K. A., y Yoshikawa, S., «Facial shape and judgments of female attractiveness: Preferences for non-average», *Nature*, 368, (1994), pp. 239-242. <<

[84] Ingredientes de la belleza: Etcoff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., «Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness», en P. R. Abramson y S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1995. <<

[85] Los rostros promedio son atractivos: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. Langlois, J. H., y Rogaran, L. A., «Attractive faces are only average», *Psychological Science*, 1, (1990), pp. 115-121. <<

[86] Juventud y belleza: Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Symons, D., ««Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness», en P. R. Abramson y S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1995; Etcoff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998. <<

[87] La proporción cadera/cintura: Singh, D., «Adaptive significance of female physical attractiveness: Role of waist-to-hip ratio», *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, (1993), pp. 293-307; Singh, D., «Ideal female body shape: Role of body weight and waist-to-hip ratio», *International Journal of Eating Disorders*, 16, (1994), pp. 283-288; Singh, D., «Ethnic and gender consensus for the effect of waist-to-hip ratio on judgment of women's attractiveness», *Human Nature*, 6, (1995), pp. 51-65. Del reloj de arena en el Paleolítico Superior: Investigación inédita de Singh y R. Kruszynski. <<

[88] Tamaño opuesto a figura: Singh, D., «Adaptive significance of female physical attractiveness: Role of waist-to-hip ratio», *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, (1993), pp. 293-307; Singh, D., «Ideal female body shape: Role of body weight and waist-to-hip ratio», *International Journal of Eating Disorders*, 16, (1994), pp. 283-288; Singh, D., «Ethnic and gender consensus for the effect of waist-to-hip ratio on judgment of women's attractiveness», *Human Nature*, 6, (1995), pp. 51-65. Del reloj de arena en el Paleolítico Superior: Investigación inédita de Singh y R. Kruszynski; Symons, D., «Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness», en P. R. Abramson y S. D. Pinkerton (Eds.), *Sexual nature, sexual culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1995; Etcoff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998. <<

[89] Belleza y poder: Bell, Q., *On human finery*, Allison y Busby, Londres, 1992; Wilson, M., y Daly, M., «The man who mistook his wife for a chattel», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Etcoff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998; Paglia, C., *Sexual personae: Art and decadente from Nefertiti to Emily Dickinson*, Yale University Press, New Haven, 1990; Paglia, C., *Sex, art, and American culture*, Vintage, Nueva York, 1992; Paglia, C., *Vamps and tramps*, Vintage, Nueva York, 1994. <<

[90] Belleza virtual y vida real: Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994. <<

[91] Universalidad de los celos sexuales: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991. <<

[92] Diferencias sexuales en los celos sexuales: S^rcons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Buunk, B. P, *et al.*, «Sex differences in jealousy in evolutionary and cultural perspective: Tests from the Netherlands, Germany, and the United States», *Psychological Science*, 7, (1996), pp. 359-363. Debate sobre las diferencias sexuales: Harris, C. R., y Christenfeld, N., «Gender, jealousy, and reason», *Psychological Science*, 7, (1996), pp. 364-366, pp. 378-379; Desteno, D. A., y Salovey, P, «Evolutionary origins of sex differences in jealousy? «Questioning the “fitness” of the model», *Psychological Science*, 7, (1996), 367-372, 376-377; Buss, D. M., Larsen, R. J., y Westen, D., «Sex differences in jealousy: Not gone, not forgotten, and not explained by alternative hypotheses», *Psychological Science*, 7, (1996), pp. 373-375; Buss, D. M., *et al.*, *Jealousy and the nature of belief about infidelity: Tests of competing hypotheses about sex differences in the United States, Korea, and Japan*, (manuscrito inédito), University of Texas, Austin, 1997. <<

[93] Violencia y celos sexuales masculinos: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Wilson, M., y Daly, M., «The man who mistook his wife for a chattel», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. El mito de la simetría sexual en la violencia marital: Dobash, R. P., Dobash, R. E., Wilson, M., y Daly, M., «The myth of sexual symmetry in marital violence», *Social Problems*, 39, (1992), pp. 71-91. <<

[94] Riqueza de la novia y dotes: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[95] Boswell, Johnson y el doble criterio: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988, pp. 192-193. <<

[96] Feminismo sin ciencias sociales ortodoxas: Sommers, C. H., *Who stole feminism?*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994; Patai, D., y Koertge, N., *Professing feminism: Cautionary tales from the strange world of women's studies*, Basic Books, Nueva York, 1994; Paglia, C., *Sex, art, and American culture*, Vintage, Nueva York, 1992. Eagly, A. H., «The science and politics of comparing women and men», *American Psychologist*, 50, (1995), 145158; Wright, R., «Feminists, meet Mr. Darwin», *New Republic*, 28 de noviembre, (1994b); Ridley, Matt., *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, Macmillan, Nueva York, 1993; Denfeld, R., *The new Victorians: A young woman's challenge to the old feminist order*, Warner Books, Nueva York, 1995. <<

[97] El estatus social como necesidad espiritual: Veblen, T., *The theory of the leisure class*, Penguin, Nueva York, 1899/1994. Moralidad de la elegancia: Bell, Q., *On human finery*, Allison and Busby, Londres, 1992. <<

[98] Señales animales: Zahavi, A., ««Mate selection - A selection for a handicap», *Journal of Theoretical Biology*, 53, (1975), pp. 205-214; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Hauser, M. D., *The evolution of communication*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[99] Estrategias agresivas y jerarquías dominantes: Maynard Smith, J., *Evolution and the theory of games*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Trivers, R., *Social evolution*, Benjamin/Cummings, Reading, Massachusetts, 1985. <<

[100] Dominancia en los seres humanos: Ellis, B. J., «The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Buss, D. M., *The evolution of desire*, Basic Books, Nueva York, 1994; Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989. Estatura y salario: Frieze, I. H., Olson, J. E., y Good, D. C., «Perceived and actual discrimination in the salaries of male and female managers», *Journal of Applied Social Psychology*, 20, (1990), pp. 46-67. Estatura y elecciones presidenciales: Ellis, B. J., ««The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Mathews, J., «A tall order for president: Picking a candidate of towering stature», *Washington Post*, 10 de mayo (1996), D01. Barbas y Brézhnev: Kingdon, J., *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, Wiley, Nueva York, 1993. Estatura y novias: Kenrick, D. T., Keefe, R. G., y otros, «Age preferences in mates reflect sex differences in human reproductive strategies», *Behavioral and Brain Sciences*, 15, (1992), pp. 75-133. <<

[101] Matar por ser ultrajado: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Nisbett, R. E., y Cohen, D., *Culture of honor: The psychology of violence in the South*, HarperCollins, Nueva York, 1996. <<

[102] Las reputaciones de los hombres: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988, p. 128. <<

[103] Juventud desconsiderada: Rogers, A. R., «Evolution of time preference by natural selection», *American Economic Review*, 84, (1994), pp. 460-481. <<

[104] La riña como coerción: Lakoff, G., y Johnson, M., *Metaphors we live by*, University of Chicago Press, Chicago, 1980; Nozick, R., *Philosophical explanations*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1981 (véanse en castellano, *Meditaciones sobre la vida*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1992; *La naturaleza de la racionalidad*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona. 1995). <<

[105] ¿Qué es el estatus?: Buss, D. M., *Human prestige criteria* (manuscrito no publicado), Department of Psychology, University of Texas, Austin, 1992b; Tooby, J., y Cosmides, L., «Friendship and the Banker's Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism», en J. Maynard Smith (Ed.), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*, British Academy, Londres, 1996; Veblen, T., *The theory of the leisure class*, Penguin, Nueva York, 1899/1994; Bell, Q., *On human finery*, Allison y Busby, Londres, 1992; Frank, R. H., *Choosing the right pond: Human behavior and the quest for status*, Oxford University Press, Nueva York, 1985; Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, HarperCollins, Nueva York, 1989 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997); Symons, D., *The evolution of human sexuality*, Oxford University Press, Nueva York, 1979. <<

[106] Potlach Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, HarperCollins, Nueva York, 1989 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[107] Principio de la desventaja: Zahavi, A., «Mate selection - A selection for a handicap», *Journal of Theoretical Biology*, 53, (1975), pp. 205-214; Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Hauser, M. D., *The evolution of communication*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[108] ¿Qué es la moda?: Bell, Q., *On human finery*, Allison y Busby, Londres, 1992;
Etcoff, N. L., *Beauty*, Doubleday, Nueva York, 1998. <<

[109] Mimetismo de las mariposas: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Hauser, M. D., *The evolution of communication*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[110] Lógica de reciprocación e intercambio: Cosmides, L., y Tooby, J., «Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Axelrod, R., *The evolution of cooperation*, Basic Books, Nueva York, 1984. Altruismo recíproco: Dawkins, R., *The selfish gene*, Oxford University Press (nueva edición), Nueva York, 1976/1989 (versión castellana, *El gen egoísta: las bases biológicas de nuestra conducta*, Salvat Editores, Barcelona, 1994); Axelrod, R., *The evolution of cooperation*, Basic Books, Nueva York, 1984; Axelrod, R., y Hamilton, W. D., «The evolution of cooperation», *Science*, 211, (1981), pp. 1390-1396. <<

[111] El Dilema del Prisionero: Poundstone, W., *Prisoner's dilemma: Paradox, puzzles, and the frailty of knowledge*, Anchor, Nueva York, 1992; Schelling, T.-C., *The strategy of conflict*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1960; Rapoport, A., *Strategy and conscience*, Harper and Row, Nueva York, 1964. <<

[112] Dilema del Prisionero iterado y ojo por ojo: Axelrod, R., *The evolution of cooperation*, Basic Books, Nueva York, 1984; Axelrod, R., y Hamilton, W. D., «The evolution of cooperation», *Science*, 211, (1981), pp. 1390-1396. <<

[113] Reciprocación en la vida cotidiana: Cosmides, L., y Tooby, J., «Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Fiske, A. P., «The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations», *Psychological Review*, 99, (1992), pp. 689-723. <<

[114] Comunismo primitivo entre grupos emparentados: Fiske, A. P., «The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations», *Psychological Review*, 99, (1992), pp. 689-723. <<

[115] Variancia y el compartir la comida entre sociedades de cazadores-recolectores: Cashdan, E., «Hunters and gatherers: Economic behavior in bands», en S. Plattner (Ed.), *Economic anthropology*, Stanford University Press, Stanford, California, 1989; Kaplan, H., Hill, K., y Hurtado, A. M., «Risk, foraging, and food sharing among the Ache», en E. Cashdan (Ed.), *Risk and uncertainty in tribal and peasant economies*, Westview Press, Boulder, Colorado, 1990. <<

[116] Suerte frente a vagancia: Cosmides, L., y Tooby, J., ««Cognitive adaptations for social exchange», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[117] El cumplimiento de la ética del compartir mediante el chismorreo: Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989, pp. 525-526. Los kung egoístas: Konner, M., *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*, Harper and Row, Nueva York, 1982, pp. 375-376. <<

[118] Amistad contra reciprocación: Fiske, A. P., «The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations», *Psychological Review*, 99, (1992), pp. 689-723. Matrimonio feliz contra reciprocación: Frank, R. H., *Passions within reason: The strategic role of the emotions*, Norton, Nueva York, 1988. <<

[119] Lógica de la amistad y la Paradoja del Banquero: Tooby, J., y Cosmides, L., «Friendship and the Bankers Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism», en J. Maynard Smith (Ed.), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*, British Academy, Londres, 1996. <<

[120] La guerra entre cazadores-recolectores y evolución humana: Chagnon, N. A., «Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population», *Science*, 239, (1988), pp. 985-992; Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992; Chagnon, N. A., «Chronic problems in understanding tribal violence and warfare», en C. Bock y J. Goode (Eds.), *The genetics of criminal and antisocial behavior*, Wiley, Nueva York, 1996; Keeley, L. H., *War before civilization: The myth of the peaceful savage*, Oxford University Press, Nueva York, 1996; Diamond, J., *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*, HarperCollins, Nueva York, 1992; Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988; Alexander, R. D., y Aldine de Cruyter, *The biology of moral systems*, Hawthorne, Nueva York, 1987a; Alexander, R. D., ponencia presentada a la conferencia «The origin and dispersal of modern humans», Corpus Christi College, Cambridge, Inglaterra, 22-26 de marzo 1987b, artículo reseñado en *Science*, 236 (1987), pp. 668-669. <<

[121] Efusiones de sangre: Daly, M., y Wilson, M., *Homicide*, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[122] Luchar por diamantes, oro, carne y sexo: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992, p. 115. Tribus malnutridas no son belicosas: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992; Keeley, L. H., *War before civilization: The myth of the peaceful savage*, Oxford University Press, Nueva York, 1996. <<

[123] Las mujeres como botines de guerra en la Biblia: Hartung, J., «Getting real about rape», *Behavioral and Brain Sciences*, 15, (1992), pp. 390-392; Hartung, J., «Love thy neighbor: The evolution of in-group morality», *Skeptic*, 3, (1995), pp. 86-100. <<

[124] Violación forzada: Shakespeare, W., *Enrique V*, acto 3 escena 3 (versión castellana de Luis Astrana Marín, en *Obras Completas*, Aguilar, Madrid, 1932). <<

[125] Violación y guerra: Brownmiller, S., *Against our will: Men, women, and rape*, Fawcett Columbine, Nueva York, 1975. <<

[126] Éxito reproductivo y jefes guerreros: Betzig, L., *Despotism and differential reproduction*, Aldine de Gruyten, Hawthorne, Nueva York, 1986. <<

[127] La lógica de la guerra: Tooby, J., y Cosmides, L., «The evolution of war and its cognitive foundations. Paper presented at the annual meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Ann Arbor, Mich», *Institute for Evolutionary Studies Technical Report* pp. 88-1, University of California, Santa Bárbara, 1988. <<

[128] Los partidarios de Klee odian a quienes les gusta Kandinsky: Tajfel, H., *Human groups and social categories*, Cambridge University Press, Nueva York, 1981. Etnocentrismo a partir del Lanzamiento de una moneda: Locksley, A., Ortiz, V., y Hepburn, C., «Social categorization and discriminatory behavior: Extinguishing the minimal group discrimination effect», *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, (1980), pp. 773-783. Los muchachos en un campamento de verano jugaron a la guerra: Sherif, M., *Group conflict and cooperation: Their social psychology*, Routledge y Kegan Paul, Londres, 1966. Conflicto étnico: Brown, R., *Social psychology: The second edition*, Free Press, Nueva York, 1985. <<

[129] Los grupos más ricos van más a la guerra: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992; Keeley, L. H., *War before civilization: The myth of the peaceful savage*, Oxford University Press, Nueva York, 1996. <<

[130] El combate bajo un velo de ignorancia: Tooby, J., y Cosmides, L., *Cognitive adaptations for threat, cooperation, and war*, Plenary address, Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Binghamton, Nueva York, 6 de agosto (1993). El ejemplo de la Segunda Guerra Mundial: Rapoport, A., *Strategy and conscience*, Harper y Row, Nueva York, 1964, pp. 88-89. <<

[131] Disminución de las tasas de homicidio: Daly, M., y Wilson, M., Homicide, Hawthorne, Aldine de Gruyter, Nueva York, 1988. <<

[132] El Dalai Lama entrevistado por Claudia Dreifus en el *New York Times Magazine*, 28 de noviembre de 1993. <<

8. El significado de la vida

[1] La universalidad del arte, la literatura, la música, el humor, la religión y la filosofía: Brown, D. E., *Human universals*, McGraw-Hill, Nueva York, 1991; Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989. <<

[2] Vivir para la música, vendersangre para comprar entradas de cine: Tooby, J., y Cosmides, L., «The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments», *Ethology and Sociobiology*, 11, (1990a), pp. 375-424. <<

[3] Las artes como búsqueda de estatus: Wolfe, T., *The painted word*, Bantam Books, Nueva York, 1975 (versión castellana, *La palabra pintada*, Anagrama, Barcelona, 1999); Bell, Q., *On human finery*, Allison and Busby, Londres, 1992. <<

[4] Arte, ciencia y elite: Brockman, J., *The third culture: Beyond the scientific revolution*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994. La honorable futilidad: Bell, Q., *On human finery*, Allison y Busby, Londres, 1992. <<

[5] Arte e ilusión: Gombrich, E., *Art and illusion: A study in the psychology of pictorial representation*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1960 (versión española, *Arte e Ilusión, estudios sobre la psicología en la representación simbólica*, Editorial Debate, Madrid, 1998); Gregory, R. L., *The intelligent eye*, Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1970; Kubovy, M., *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, Nueva York, 1986. Adaptación y estética visual: Shepard, R. N., *Mind sights: Original visual illusions, ambiguities, and other anomalies*, W. H. Freeman, Nueva York, 1990; Orians, G. H., y Heerwagen, J. H., «Evolved responses to landscapes», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Kaplan, S., «Environmental preference in a knowledge-seeking, knowledge-using organism», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[6] Modelos geométricos, evolución y estética: Shepard, R. N., *Mind sights: Original visual illusions, ambiguities, and other anomalies*, W. H. Freeman, Nueva York, 1990. <<

[7] La música y la mente: Sloboda, J. A., *The musical mind: The cognitive psychology of music*, Oxford University Press, Nueva York, 1985; Storr, A., *Music and the mind*, HarperCollins, Nueva York, 1992; Aiello, L. C., «Thumbs up for our early ancestors», *Science*, 265 (1994), pp. 1540-1541. <<

[8] Gramática musical universal: Bernstein, L., *The unanswered question: Six talks at Harvard*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1976; Jackendoff, R., «Review of Leonard Bernstein's *The unanswered question*», *Language*, 53, (1977), pp. 883-894; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987; Jackendoff, R., «Musical parsing and musical affect», en R. Jackendoff, *Languages of the mind: Essays on mental representation*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992; Lerdahl, F., y Jackendoff, R., *A generative theory of tonal music*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983. <<

[*] Entre la profusa distribución geográfica e histórica, debe destacarse su presencia en la música folclórica amerindia, europea y angloamericana, la música de los pueblos finohúngaros y altaicos de la Europa del Este y Asia, así como en las culturas musicales del Lejano Oriente y el Sureste asiático. Sólo de forma ocasional, en cambio, las escalas pentatónicas se han utilizado en la música culta occidental de los siglos XIX y XX, (véase Ron Randel, Ed., *Diccionario Harvard de Música*, Alianza editorial, 1997). (N. del T). <<

[9] Armónicos y escalas: Bernstein, L., *The unanswered question: Six talks at Harvard*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1976; Cooke, D., *The language of music*, Oxford University Press Nueva York, 1959; Sloboda, J. A., *The musical mind. The cognitive psychology of music*, Oxford University Press, Nueva York, 1985. Disidentes: Jackendoff, R., «Review of Leonard Bernstein's *The unanswered question*», *Language*, 53, (1977), pp. 883-894; Storr, A., *Music and the mind*, HarperCoUins, Nueva York, 1992. <<

[10] Intervalos y emociones: Bernstein, L., *The unanswered question: Six talks at Harvard*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1976; Cooke, D., *The language of music*, Oxford University Press Nueva York, 1959. Apreciación infantil de la música: Zentner, M. R., y Kagan, J., «Perception of music by infants», *Nature*, 383, (1996), pp. 29; Schellenberg, E. G., y Trehub, S. E., «Natural musical intervals: Evidence from infant listeners», *Psychological Science*, 7, (1996), pp. 272-277. <<

[*] El ejemplo no es baladí, Woody Guthrie, como probablemente sabrá el lector, desempeñó un destacado papel en la lucha de los campesinos y peones laboreros durante la Gran Depresión, constituyendo un hito en la canción folk norteamericana. El texto viene a decir: «*Esta tierra es vuestra tierra, esta tierra es mi tierra, desde California hasta la isla de Nueva York*». (N. del T). <<

[11] El flujo y el reflujo del dolor: Cooke, D., *The language of music*, Oxford University Press Nueva York, 1959, pp. 137-138. <<

[12] Semántica emocional de la música: Cooke, D., *The language of music*, Oxford University Press Nueva York, 1959. <<

[13] Música y lenguaje: Lerdahl, F., y Jackendoff, R., *A generative theory of tonal music*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983; Jackendoff, R., *Consciousness and the computational mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1987. <<

[14] Análisis de la escena por el público: Bregman, A. S., y Pinker, S., «Auditory streaming and the building of timbre», *Canadian Journal of Psychology*, 32, (1978), pp. 19-31; Bregman, A. S., *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1990; McAdams, S., y Bigand, E. (Eds.), *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition*, Oxford University Press, Nueva York, 1993. <<

[15] La estética de pautas regulares en la música y el arte: Shepard, R. N., *Mind sights: Original visual illusions, ambiguities, and other anomalies*, W. H. Freeman, Nueva York, 1990. <<

[16] La música y la incomodidad del público: Bernstein, L., *The unanswered question: Six talks at Harvard*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1976; Cooke, D., *The language of music*, Oxford University Press Nueva York, 1959. <<

[17] Darwin sobre la música: Darwin, C., *The descent of man, and selection in relation to sex*, Hurst and Company, 2.^a ed., Nueva York, 1874 (versión castellana, *El origen del hombre*, Editorial Edaf, Madrid, 1982; *Teoría de la Evolución*, Península, Barcelona, 1985; *Textos Fundamentales*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1987). Melodía de los motivos emocionales: Fernald, A., «Human maternal vocalizations to infants as biologically relevant signals: An evolutionary perspective», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Hauser, M. D., *The evolution of communication*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. <<

[18] Selección del hábitat: Orians, G. H., y Heerwagen, J. H., «Evolved responses to landscapes», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992; Kaplan, H., Hill, K., y Hurtado, A. M., «Risk, foraging, and food sharing among the Ache», en E. Cashdan (Ed.), *Risk and uncertainty in tribal and peasant economies*, Westview Press, Boulder, Colorado, 1990. <<

[19] Música y movimiento: Jackendoff, R., «Musical parsing and musical affect», en R. Jackendoff, *Languages of the mind: Essays on mental representation*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992; Epstein, D., *Shaping time: Music, the brain, and performance*, Schirmer, Nueva York, 1994; Clynes, M., y Walker, J., «Neurobiological functions of rhythm, time, and pulse in music», en M. Clynes (Ed.), *Music, mind, and brain: The neuropsychology of music*, Plenum, Nueva York, 1982.
<<

[20] Horacio, tomando de Hobbs, J. R., *Literature and cognition*, Center for the Study of Language and Information, Stanford, California, 1990, p. 5. Dryden: Carroll, J., *Evolution and literary theory*, University of Missouri Press, Columbia, 1995, p. 170.

<<

[21] Ilusiones ficticias y cine: Hobbs, J. R., *Literature and cognition*, Center for the Study of Language and Information, Stanford, California, 1990; Tan, E. S., *Emotion and the structure of narrative film*, Erlbaum, Hillsdale, Nueva Jersey, 1996. <<

[22] La economía de los finales felices: Landsburg, S. E., *The armchair economist: Economics and everyday life*, Free Press, Nueva York, 1993. <<

[23] Masoquismo benigno: Rozin, P., «Towards a psychology of food and eating: From motivation to module to model to marker, morality, meaning, and metaphor», *Current Directions in Psychological Science*, 5, (1996), pp. 18-24. <<

[24] Evolución del cotilleo (yenta): Barkow, J. H., «Beneath new culture is old psychology: Gossip and social stratification», en Barkow, J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[25] La ficción como experimento: Hobbs, J. R., *Literature and cognition*, Center for the Study of Language and Information, Stanford, California, 1990. Literatura y cognición: Hobbs, J. R., *Literature and cognition*, Center for the Study of Language and Information, Stanford, California, 1990; Turner, M., *Reading minds: The study of English in the age of cognitive science*, Princeton University Press, Princeton, 1991.
<<

[*] Desgraciadamente la película exhibida en castellano como *La última noche de Boris Grushenko* no permite evocar el mundo tolstoiano de *Guerra y paz*.(N. del T).
<<

[26] Tramas como orientación hacia metas: Hobbs, J. R., *Literature and cognition*; Center for the Study of Language and Information, Stanford, California, 1990. Las metas en la ficción son los objetivos de la selección natural: Carroll, J., *Evolution and literary theory*, University of Missouri Press, Columbia, 1995, p. 170. <<

[27] Titulares de prensa sensacionalista: *Hijo nativo*, de Richard Wright; *La letra escarlata*, de Nathaniel Hawthorne; *Romeo y Julieta*, de William Shakespeare; *Crimen y castigo*, de Fiodor Dostoievski; *El gran Gatsby*, de F. Scott Fitzgerald; *Jane Eyre*, de Charlotte Bronte; *Un tranvía llamado deseo*, de Tennessee Williams; *Las Euménides*, de Esquilo; todos tomados de: Lederer, R., y Gilleland, M., *Literary trivia: Fun and games for book lovers*, Vintage, Nueva York, 1994. <<

[28] Razonamiento basado en casos: Schanck, R. C., *Dynamic memory*, Cambridge University Press, Nueva York, 1982. <<

[29] Respuestas a los enigmas de la vida: *Hamlet, El padrino, Atracción fatal, Madame Bovary, Raíces profundas.* <<

[30] Completud del arte: Goodman, N., *Languages of art: An approach to a theory of symbols*, Hackett, Indianápolis, 1976; Koestler, A., *The act of creation*, Dell, Nueva York, 1964. <<

[*] Cuando estás aquí, traes un aire de primavera.
Puedo oír en algún lugar a la alondra cantar.
No hay canción de amor más hermosa,
pero qué extraño es el cambio de mayor a menor,
siempre que nos decimos adiós. <<

[31] Koestler sobre el humor: Koestler, A., *The act of creation*, Dell, Nueva York, 1964, p. 31 (la versión castellana, *En busca de lo absoluto*, Editorial Kairós, Barcelona, 1982, presenta una reedición revisada y aumentada de lo sostenido por el propio Koestler en 1964). <<

[32] Evolución del humor: Provine, R. R., «Laughter», *American Scientist*, 84 (enero-febrero) (1996), pp. 38-45; Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989; Weisfeld, G. E., «The adaptive value of humor and laughter», *Ethology and Sociobiology*, 14, (1993), pp. 141-169. Estudios del humor: Provine, R. R., «Laughter», *American Scientist*, 84 (enero-febrero) (1996), pp. 38-45; Chapman, A. J., y Foot, H. C. (Eds.), *It's a funny thing, humor*, Pergamon Press, Nueva York, 1977; McGhee, P. E., *Humor: Its origins and development*, W. H. Freeman, San Francisco, 1979; Weisfeld, G. E., «The adaptive value of humor and laughter», *Ethology and Sociobiology*, 14, (1993), pp. 141-169. <<

[33] La risa: Provine, R. R., «Laughter: A stereotyped human vocalization», *Ethology*, 89, (1991), pp. 115-124; Provine, R. R., «Laughter punctuates speech: Linguistic, social, and gender contexts of laughter», *Ethology*, 95, (1993), pp. 291-298; Provine, R. R., «Laughter», *American Scientist*, 84 (enero-febrero) (1996), pp. 38-45. <<

[34] La risa como motivo de agrupamiento: Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989. La risa en los chimpancés: Provine, R. R., «Laughter», *American Scientist*, 84 (enero-febrero) (1996), pp. 38-45; Weisfeld, G. E., «The adaptive value of humor and laughter», *Ethology, and Sociobiology*, 14, (1993), pp. 141-169. Cosquilleo y juego: Eibl-Eibesfeldt, I., *Human ethology*, Aldine de Gruyter, Hawthorne, Nueva York, 1989; Weisfeld, G. E., «The adaptive value of humor and laughter», *Ethology, and Sociobiology*, 14, (1993), pp. 141-169. El juego como práctica de lucha: Simons, D., *Play and aggression: A study of rhesus monkeys*, Columbia University Press, Nueva York, 1978; Boulton, M. J., y Smith, P. K., «The social nature of play fighting and play chasing: Mechanisms and strategies underlying cooperation and compromise», en Barkow J. H., Cosmides, L., y Tooby, J. (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, Oxford University Press, Nueva York, 1992. <<

[35] El humor en *1984*: Orwell, G., *1984*, HarcourtBrace Jovanovich, Nueva York, 1949/ 1983, p. 11 (Versión castellana, *1984,Ediciones Destino*, Barcelona, 1979, pp. 14-15). <<

[36] Los yanomami rabelesianos: Chagnon, N. A., *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt Brace, Nueva York, 1992, pp. 24-25. <<

[37] El chiste del montañero, gentileza de Henry Gleitman. W. C. Fields, gentileza de Thomas Shultz. <<

[38] Estudios sobre la resolución incongruente en el humor: Shultz, T R., «A cross-cultural study of the structure of humor», en Chapman, A. J., y Foot, H. C. (Eds.), *It's a Junny thing, humor*, Pergamon Press, Nueva York, 1977; Rothbart, M. K., «Psychological approaches to the study of humor» en Chapman, A. J., y Foot, H. C. (Eds.), *It's a funny thing, humor*, Pergamon Press, Nueva York, 1977; McGhee, P. E., *Humor: Its origins and development*, W H. Freeman, San Francisco, 1979. <<

[39] El humor como forma de pinchar al dominio: Shultz, T. R., «A cross-cultural study of the structure of humor», en Chapman, A. J., y Foot, H. C. (Eds.), *It's a Junny thing, humor*, Pergamon Press, Nueva York, 1977. <<

[40] Interpolación mental en la conversación: Pinker, S., *The language instinct*, HarperCollins, Nueva York, 1994 (versión castellana, *El instinto del lenguaje: cómo crea el lenguaje la mente*, Alianza Editorial, Madrid, (1996)/1999, capítulo 7); Sperber, D., y Wilson, D., *Relevance: Communication and cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1986. Psicología de la conversación y el humor: Attardo, S., *Linguistic theories of humor*, Mouton de Gruyter, Nueva York, 1994. <<

[41] La trivialidad de la chanza: Provine, R. R., «Laughter punctuates speech: Linguistic, social, and gender contexts of laughter», *Ethology*, 95, (1993), p. 296. <<

[42] Lógica de la amistad: Tooby, J., y Cosmides, L., «Friendship and the Banker's Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism», en J. Maynard Smith (Ed.), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*, British Academy, Londres, 1996. <<

[43] Creencias en lo incierto: brujas, fantasmas, el diablo: *New York Times*, 26 de julio de 1992. Génesis: Ángeles: encuesta del *Time* citada por Diane White, *Boston Globe*, 24 de octubre de 1994; Jesús, citado por Kenneth Woodward, *Newsweek*, 8 de abril de 1996; Dios o el espíritu: Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, HarperCollins, Nueva York, 1989 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[44] Antropología de la religión: Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, HarperCollins, Nueva York, 1989 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

[45] Psicología cognitiva de la religión: Sperber, D., «Apparently irrational beliefs», en M. Hollis y S. Lukes (Eds.), *Rationality and relativism*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1982; Boyer, P., *The naturalness of religious ideas*, University of California Press, Berkeley, 1994a; Boyer, R., «Cognitive constraints on cultural representations: Natural ontologies and religious ideas» (1994b), en Hirschfeld, L. A., y Gelman, S. A. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, Nueva York, 1994a. <<

[46] Motivos empíricos para las creencias religiosas: Harris, M., *Our kind: The evolution of human life and culture*, HarperCollins, Nueva York, 1989 (versión castellana, *Nuestra especie*, Alianza Editorial, Madrid, 1997). <<

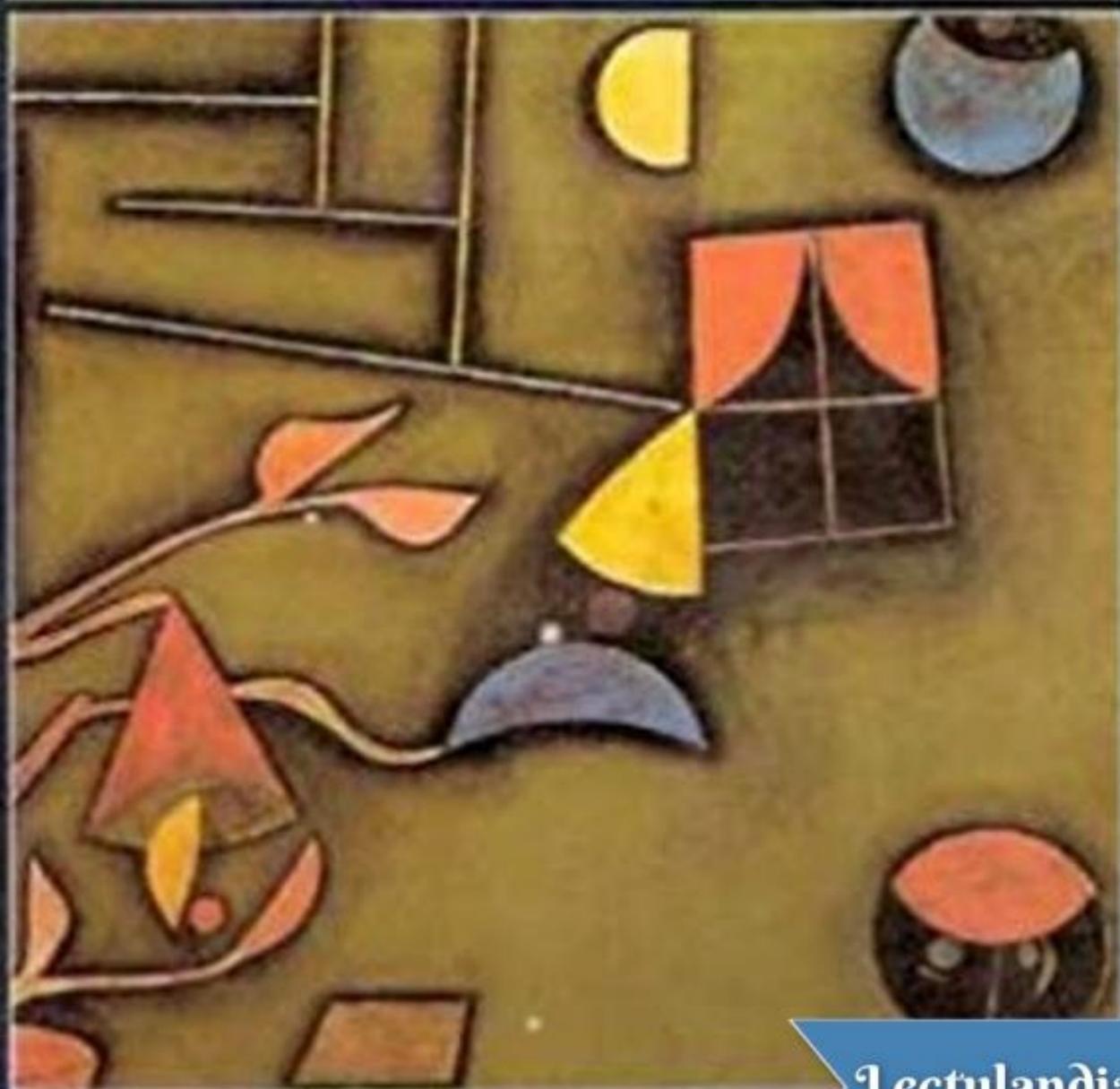
[47] El desconcierto filosófico: McGinn, G., *Problems in philosophy: The limits of inquiry*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1993. Paradojas de la conciencia, el ego, la voluntad, el significado y el saber: Poundstone, W., *Labyrinths of reason: John von Neumann, game theory, and the puzzle of the bomb*, Anchor, Nueva York, 1988. <<

[48] Ciclos de la filosofía: McGinn, G., *Problems in philosophy: The limits of inquiry*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1993. <<

[49] El desconcierto filosófico como una limitación de la dotación conceptual humana: Chomsky, N., *Reflections on language*, Pantheon, Nueva York, 1975. Chomsky, N., *Language and problems of knowledge: The Managua lectures*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1988; McGinn, G., *Problems in philosophy: The limits of inquiry*. Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1993. <<

[50] El mal emparejamiento entre la mente combinatoria y los problemas de la filosofía: McGinn, G., *Problems in philosophy: The limits of inquiry*, Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1993. <<

Steven Pinker
*Cómo funciona
la mente*



Lectulandia

