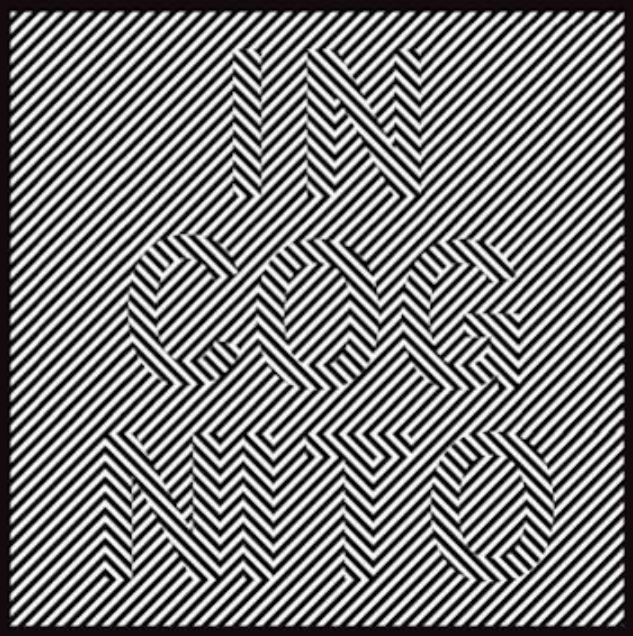
David Eagleman



Incógnito

Las vidas secretas del cerebro

ANAGRAMA
Colección Argumentos

2011

Reseña

Si la mente consciente (la parte que consideramos nuestro yo) no es más que la punta del iceberg, ¿qué es lo que hace, entretanto, el resto? En su nuevo libro, brillante y provocativo, David Eagleman, un reconocido científico que trabaja en el campo de las neurociencias, navega por las profundidades del cerebro subconsciente para iluminar misterios sorprendentes: ¿por qué nuestro pie avanza hacia el pedal del freno antes de que percibamos un peligro inminente? ¿Por qué nos damos cuenta de que alguien ha dicho nuestro nombre en una conversación que no estábamos escuchando? ¿Qué tienen en común Ulises y la contracción del crédito? ¿Por qué Thomas Alva Edison electrocuto un elefante en 1916? ¿Por que las personas cuyo nombre comienza con j tienen mayores posibilidades de casarse con otras personas cuyo nombre también comienza con esta letra? ¿Por qué es tan difícil guardar un secreto? ¿Y cómo es posible enfurecerse con uno mismo? ¿Con quién está uno enfurecido en realidad? Tratando temas y hechos tan diversos como los daños cerebrales, la observación de aviones, las drogas, la belleza, la infidelidad, la sinestesia, el derecho penal, la inteligencia artificial y los espejismos, Incognito nos conduce por una fascinante exploración de la mente, de sus contradicciones y de lo que se oculta bajo su superficie. Incognito nos ofrece una versión notable de las consecuencias que tiene para nosotros el ascenso de la neurociencia como un instrumento para pensar el mundo... Según Eagleman, nos pone ante la última frontera de nuestra

pequeñez y contingencia: la comprensión de que la conciencia no es el centro de la mente sino una función limitada y ambivalente en un vasto circuito de funciones neurológicas no conscientes. De ahí que la mayoría de nuestras operaciones mentales ocurran de incognito. Pero no debemos preocuparnos por este descentramiento, porque la ciencia también nos muestra que el cerebro y la mente y la vida son aun mas maravillosas y emocionantes de lo que habíamos pensado hasta ahora (Alexander Linklater, The Observer).Un ejemplo brillante de escritura científica inteligente, atractiva, fácil de comprender… Un libro sobre cosas que es imposible pensar, y sobre otras que no podemos dejar de pensar (Laurence Phelan, The Independent).Un libro para disfrutar, lleno de información que nos interesara a todos sobre uno de nuestros temas favoritos: nosotros mismos (B. Clegg, Popular Science).

Índice

1. Hay alguien en mi cabeza, pero no soy yo
2. El testimonio de los sentidos: ¿cómo es «en realidad» la experiencia?
3. La mente: una brecha
4. Lo que se puede pensar
5. El cerebro es un equipo de rivales
6. Por qué la cuestión de la responsabilidad está mal planteada
7. La vida después de la monarquía

Apéndice

Agradecimientos

Bibliografía

Capítulo 1

Hay alguien en mi cabeza, Pero no soy yo

El hombre es por igual incapaz de ver la nada de la que surge y el infinito que lo engulle.
BLAISE PASCAL, Pensées

Contenido:

§. Pura magia
§. La ventaja del derrocamiento
§. Primeros atisbos de la vastedad del espacio interior
§. Yo, yo mismo y el iceberg

Mírese bien en el espejo. Detrás de su magnífico aspecto se agita el universo oculto de una maquinaria interconectada. La máquina incluye un complejo andamiaje de huesos entrelazados, una red de músculos y tendones, una gran cantidad de fluidos especializados, y la colaboración de órganos internos que funcionan en la oscuridad para mantenerle con vida. Una lámina de material sensorial auto curativo y de alta tecnología que denominamos piel recubre sin costuras su maquinaria en un envoltorio agradable.

Y luego está su cerebro. Un kilo doscientos gramos del material más complejo que se ha descubierto en el universo. Éste es el centro de control de la misión que dirige todas las operaciones, recogiendo

mensajes a través de pequeños portales en el búnker blindado del cráneo.

Su cerebro está compuesto por células llamadas neuronas y glías: cientos de miles de millones. Cada una de estas células es tan complicada como una ciudad. Y cada una de ellas contiene todo el genoma humano y hace circular miles de millones de moléculas en intrincadas economías. Cada célula manda impulsos eléctricos a otras células, en ocasiones hasta cientos de veces por segundo. Si representara estos miles y miles de billones de pulsos en su cerebro mediante un solo fotón de luz, el resultado que se obtendría sería cegador.

Las células se conectan unas a otras en una red de tan sorprendente complejidad que el lenguaje humano resulta insuficiente y se necesitan nuevas expresiones matemáticas. Una neurona típica lleva a cabo unas diez mil conexiones con sus neuronas adyacentes. Teniendo en cuenta que disponemos de miles de millones de neuronas, eso significa que hay tantas conexiones en un solo centímetro cúbico de tejido cerebral como estrellas en la galaxia de la Vía Láctea.

Ese órgano de un kilo doscientos gramos que hay en su cráneo –con su rosácea consistencia de gelatina– es un material computacional cuya naturaleza nos es ajena. Se compone de partes en miniatura que se configuran a sí mismas, y supera con creces cualquier cosa que se nos haya ocurrido construir. De manera que si alguna vez se siente perezoso o aburrido, anímese: es usted el ser más ajetreado y animado del planeta.

La nuestra es una historia increíble. Que sepamos, somos el único sistema del planeta tan complejo que ha emprendido la tarea de descifrar su propio lenguaje de programación. Imagínese que su ordenador de mesa comenzara a controlar sus propios dispositivos periféricos, se quitara la tapa y dirigiera su webcam hacia su propio sistema de circuitos. Eso somos nosotros. Y lo que hemos descubierto escrutando el interior del cráneo figura entre los logros intelectuales más importantes de nuestra especie: el reconocimiento de que las innumerables facetas de nuestro comportamiento, pensamientos y experiencias van inseparablemente ligadas a una inmensa y húmeda red electroquímica denominada sistema nervioso. La maquinaria es algo totalmente ajeno a nosotros, y sin embargo, de algún modo, *es* nosotros.

§. Pura magia

En 1949, Arthur Alberts viajó desde su residencia en Yonkers, Nueva York, hasta unas aldeas situadas entre Gold Coast, Australia, y Tombuctú, en África Occidental. Se llevó a su esposa, una cámara fotográfica, un jeep y –debido a su amor por la música– una grabadora que funcionaba con la batería del jeep. En su deseo de abrir los oídos del mundo occidental, grabó parte de la música más importante que jamás ha salido de África.[1] Pero mientras utilizaba la grabadora, Alberts se topó con algunos problemas. Un nativo de África Occidental, al oír reproducida su propia voz, acusó a Alberts de «robarle la lengua». Alberts evitó por los pelos que le

[1] . Música: «Tremendous Magic», *Time*, 4 de diciembre de 1950.

dieran una paliza sacando un espejo y convenciendo al hombre de que su lengua seguía intacta.

No es difícil comprender por qué a los nativos el invento de la grabadora les parecía tan inverosímil. Una vocalización parece efímera e inefable: es como abrir una bolsa de plumas que se desperdigan al viento y nunca se pueden recuperar. Las voces son ingrávidas e inodoras, algo que no se puede coger con la mano.

Por tanto, resulta sorprendente que la voz *sea* algo físico. Si construyes una pequeña máquina lo bastante sensible para detectar diminutas compresiones de las moléculas del aire, puedes captar esos cambios de densidad y posteriormente reproducirlos. A estas máquinas las denominamos micrófonos, y cada una de los miles de millones de radios del planeta ofrece orgullosa esas bolsas de plumas que antaño se creyeron irrecuperables. Cuando Alberts reprodujo la música de la grabadora, un miembro de una tribu de África Occidental describió esa proeza como «pura magia».

Y lo mismo ocurre con los pensamientos. ¿Qué es exactamente un pensamiento? No parece tener peso. También parece efímero e inefable. Nadie diría que un pensamiento tiene forma, olor, ni ningún tipo de representación física. Los pensamientos parecen ser un ejemplo de pura magia.

Pero, al igual que las voces, los pensamientos se sustentan en un elemento físico. Lo sabemos porque las alteraciones del cerebro cambian los pensamientos que tenemos. Cuando dormimos profundamente, no hay pensamientos. Cuando el cerebro comienza a soñar, aparecen pensamientos espontáneos extravagantes.

Durante el día disfrutamos de nuestros pensamientos normales y aceptados, que la gente modula de manera entusiasta salpicando los cócteles químicos del cerebro con alcohol, narcóticos, cigarrillos, café o ejercicio físico. El estado de la materia física determina el estado de los pensamientos.

Y la materia física es totalmente necesaria para que el pensamiento normal no se detenga. Lesionarse el dedo meñique en un accidente es algo que fastidia, pero su experiencia consciente no será distinta. En cambio, si se daña un trozo de tejido cerebral de tamaño equivalente, puede que cambie su capacidad para comprender la música, identificar a los animales, ver los colores, evaluar el peligro, tomar decisiones, leer las señales de su cuerpo, o comprender el concepto de espejo, desvelando así el funcionamiento extraño y oculto de la maquinaria que hay debajo. Nuestras esperanzas, sueños, aspiraciones, miedos, instintos cómicos, grandes ideas, fetiches, el sentido del humor, los deseos, emergen de este extraño órgano, y cuando el cerebro cambia, nosotros también. De modo que aunque resulta fácil intuir que los pensamientos no tienen una base física, que son algo parecido a las plumas al viento, de hecho dependen directamente de la integridad de ese enigmático centro de control de un kilo doscientos gramos de peso.

Lo primero que aprendemos al estudiar nuestros propios circuitos es una lección muy simple: casi todo lo que hacemos, pensamos y sentimos no está bajo nuestro control consciente. Los inmensos laberintos neuronales aplican sus propios programas. El tú consciente –ese *yo* que poco a poco vuelve a la vida cuando se

despierta por la mañana– es el fragmento más pequeño de lo que ocurre en tu cerebro. Aunque dependemos del funcionamiento del cerebro para nuestras vidas interiores, él actúa por su cuenta. Casi todas sus operaciones quedan fuera de la acreditación de seguridad de la mente consciente. El *yo* simplemente no tiene derecho de entrada.

La conciencia es como un diminuto polizón en un transatlántico, que se lleva los laureles del viaje sin reconocer la inmensa obra de ingeniería que hay debajo. Este libro trata de ese hecho asombroso: cómo llegamos a conocerlo, qué significa y qué nos dice acerca de la gente, los mercados, los secretos, las strippers, los planes de jubilación, los delincuentes, los artistas, Ulises, los borrachos, las víctimas de una apoplejía, los jugadores, los atletas, los detectives, los racistas, los amantes y todas las decisiones que consideramos nuestras.

* * * *

En un reciente experimento, se les pidió a algunos hombres que clasificaran las fotos de diferentes caras de mujer según su atractivo físico. Las fotos eran de veinte por veinticinco, y mostraba a las mujeres mirando a la cámara o en un perfil de tres cuartos. Sin que los hombres lo supieran, en la mitad de las fotos las mujeres tenían los ojos dilatados y en la otra mitad no. De manera sistemática, los hombres se sintieron más atraídos por las mujeres de ojos dilatados. Lo más extraordinario es que ninguno de ellos se dio cuenta de que eso había influido en su decisión. Ninguno de ellos dijo: «He observado que sus pupilas eran dos milímetros más

grandes en esta foto que en esta otra.» Simplemente se sintieron más atraídos por unas mujeres que por otras por razones que fueron incapaces de identificar.

Así pues, ¿quién elige? En el funcionamiento en gran medida inaccesible del cerebro, *algo* sabía que los ojos dilatados de las mujeres tenían relación con la excitación y la buena disposición sexual. Los cerebros lo sabían, pero no los hombres que participaron en el estudio, o al menos no de manera explícita. Es posible que los hombres no supieran que su idea de la belleza y de la atracción es algo profundamente arraigado, guiado en la dirección correcta por programas forjados por millones de años de selección natural. Cuando los hombres eligieron a las mujeres más atractivas, no sabían que la elección *en realidad* no era suya, sino que pertenecía a los programas que más profundamente han quedado grabados en el circuito del cerebro a lo largo de cientos de miles de generaciones.

Los cerebros se dedican a reunir información y a guiar nuestro comportamiento de manera adecuada. Tanto da que la conciencia participe o no en la toma de decisiones. Y casi nunca participa. Si hablamos de ojos dilatados, celos, atracción, afición a las comidas grasas, una gran idea que tuvimos la semana pasada, la conciencia es la que menos pinta en las operaciones del cerebro. Nuestros cerebros van casi siempre en piloto automático, y la mente consciente tiene muy poco acceso a la gigantesca y misteriosa fábrica que funciona debajo.

Uno se da cuenta de ello cuando tiene el pie a mitad del camino del freno antes de ser consciente de que un Toyota rojo está saliendo marcha atrás de la entrada de una casa en la calle por la que circula. Lo ve cuando oye pronunciar su nombre en una conversación que tiene lugar en la otra punta de la habitación y que creía no estar escuchando, o cuando encuentra atractivo a alguien sin saber por qué, o cuando su sistema nervioso manda una «corazonada» acerca de qué debería escoger.

El cerebro es un sistema complejo, pero eso no significa que sea incomprensible. Nuestros sistemas nerviosos han sido modelados por la selección natural para solventar problemas con los que nuestros antepasados se toparon durante la historia evolutiva de nuestra especie. Su cerebro ha sido moldeado por presiones evolutivas, del mismo modo que su bazo y sus ojos. Y también su conciencia. La conciencia se desarrolló porque tenía sus ventajas, *pero tenía sus ventajas sólo en cantidades limitadas*.

Consideremos la actividad que caracteriza una nación en cualquier momento. Las fábricas están en marcha, las líneas de telecomunicaciones zumban de actividad, las empresas despachan productos. La gente come constantemente. El alcantarillado encauza nuestros desperdicios. Por las grandes extensiones del territorio, la policía persigue a los delincuentes. Se cierran tratos con un apretón de manos. Hay encuentros amorosos. Las secretarias filtran las llamadas, los profesores dan clases, los atletas compiten, los médicos operan, los conductores de autobuses circulan. Puede que desee saber lo que ocurre en cualquier

momento en su gran país, pero es imposible que asimile toda la información a la vez. Y aunque pudiera, no le sería de ninguna utilidad. Quiere un resumen. Así que agarra un periódico: no algo denso como el *New York Times*, sino algo más ligero como *USA Today*. No le sorprenderá comprobar que ninguno de los detalles de toda esa actividad, figuran en el periódico; después de todo, lo que quiere conocer es el resultado. Quiere saber que el Congreso acaba de aprobar una nueva ley impositiva que afecta a su familia, pero el origen detallado de la idea –en la que participan abogados, corporaciones y obstruccionistas– no es especialmente importante para el resultado. Y desde luego no quiere conocer todos los detalles del abastecimiento alimenticio del país –cómo comen las vacas y cuántas nos comemos–, lo único que quiere es que le adviertan si hay un brote de la enfermedad de las vacas locas. No le importa cuánta basura se produce; lo único que le interesa es si va a acabar en su patio trasero. Poco le importa la instalación eléctrica y la infraestructura de las fábricas; sólo si los trabajadores se ponen en huelga. Eso es lo que le cuentan los periódicos.

Su mente consciente es ese periódico. Su cerebro bulle de actividad las veinticuatro horas del día, y, al igual que el país, casi todo ocurre de manera local: pequeños grupos que constantemente toman decisiones y mandan mensajes a otros grupos. De estas interacciones locales emergen coaliciones más grandes. En el momento en que lee un titular mental, la acción importante ya ha sucedido, los tratos están cerrados. Es sorprendente el poco acceso que tiene a algo que ha ocurrido entre bastidores. Algunos

movimientos políticos ganan apoyo de manera gradual y se vuelven imparables antes de que se dé cuenta de su existencia en forma de sentimiento, intuición o pensamiento. Es el último en enterarse de la información. Sin embargo, es un lector de periódico bastante peculiar, pues lee el titular y se atribuye el mérito de la idea como si se le hubiera ocurrido a usted primero. Alegremente dice: « ¡Se me acaba de ocurrir algo!», cuando de hecho su cerebro ha llevado a cabo un enorme trabajo antes de que tuviera lugar ese momento genial. Cuando una idea sale a escena, su circuito nervioso lleva horas, días o años trabajando en ella, consolidando información y probando nuevas combinaciones. Pero usted se la atribuye sin pararse a pensar en la inmensa maquinaria oculta que hay entre bastidores.

¿Y quién puede culparle por creer que se puede atribuir el mérito? El cerebro lleva a cabo sus maquinaciones en secreto, haciendo aparecer ideas como si fuera pura magia. No permite que su colosal sistema operativo sea explorado por la cognición consciente. El cerebro dirige sus operaciones de incógnito.

Así pues, ¿quién merece que se le atribuya una gran idea? En 1862, el matemático escocés James Clerk Maxwell desarrolló una serie de cuestiones fundamentales que unificaron la electricidad y el magnetismo. En su lecho de muerte llevó a cabo una extraña confesión, declarando que «algo en su interior» había descubierto la famosa ecuación, no él. Admitió que no tenía ni idea de cómo se le ocurrían las ideas: simplemente le venían. William Blake relató una experiencia parecida al afirmar de su largo poema narrativo *Milton*:

«He escrito este poema obedeciendo el imperioso dictado de doce o a veces veinte versos a la vez, sin premeditación e incluso contra mi voluntad.» Johann Wolfgang Goethe afirmó haber escrito su novela *Las desventuras del joven Werther* prácticamente sin ninguna aportación consciente, como si sujetara una pluma que se moviera por propia voluntad.

Y pensemos en el poeta británico Samuel Taylor Coleridge. Comenzó a consumir opio en 1796, al principio para aliviar el dolor de muelas y la neuralgia facial, pero pronto se quedó irreversiblemente enganchado, llegando a ingerir dos litros de láudano cada semana. Su poema «Kublai Khan», con sus imágenes exóticas y únicas, fue escrito durante un colocón de opio que describió como «una especie de ensueño». Para él, el opio se convirtió en una manera de acceder a sus circuitos nerviosos subconscientes. Atribuimos las bellas palabras de «Kublai Khan» a Coleridge porque proceden de *su* cerebro y no del de nadie más, ¿no es eso? Pero él no podía acceder a esas palabras estando sobrio, por lo que ¿a quién hemos de atribuir exactamente el poema?

Tal como lo expresó Carl Jung: «En cada uno de nosotros hay otro al que no conocemos.» Tal como lo expresó Pink Floyd: «Hay alguien en mi cabeza, pero no soy yo.»

* * * *

Casi nada de lo que ocurre en nuestra vida mental está bajo nuestro control consciente, y la verdad es que es mejor que sea así. La conciencia puede atribuirse todo el crédito que quiera, pero es mejor que quede al margen de casi todas las decisiones que se toman en el

cerebro. Cuando se entromete en detalles que no entiende, la operación es menos eficaz. Una vez te pones a pensar en dónde colocar los dedos sobre las teclas del piano, te vuelves incapaz de interpretar la pieza.

Para demostrar la interferencia de la conciencia como si fuera un truco de magia, entregue a un amigo dos rotuladores –uno en cada mano– y pídale que firme su nombre con la derecha y al mismo tiempo que firme hacia atrás (espejo invertido) con la izquierda. Esa persona descubrirá rápidamente que sólo hay una manera de hacerlo: no pensando en ello. Al excluir la interferencia consciente, sus manos pueden llevar a cabo complejos movimientos espejo sin problema alguno, pero si piensa en sus acciones, la labor se enreda rápidamente en una maraña de trazos vacilantes.

Así pues, lo mejor es no invitar a la conciencia a casi ninguna fiesta. Cuando consigue colarse, generalmente es la última en recibir la información. Tomemos el ejemplo de los bateadores de béisbol. El 20 de agosto de 1974, en un partido entre los California Angels y los Detroit Tigers, el *Libro Guiness de los Récords* registró la bola más rápida de Nolan Ryan a una velocidad de 100,9 millas por hora (44,7 metros por segundo). Si lo calcula, se dará cuenta de que el lanzamiento de Ryan sale del montículo y cruza la base meta, que está a una distancia de 27,4 metros, en cuatro décimas de segundo. Eso da tiempo suficiente a que las señales luminosas de la pelota de béisbol lleguen al ojo del bateador, recorran el circuito de la retina, activen la sucesión de células que hay a lo largo de las intrincadas autopistas del sistema visual de la parte posterior de la cabeza,

crucen ingentes territorios hasta las zonas motores, y modifiquen la contracción de los músculos que mueven el bate. De manera asombrosa, toda esta secuencia es posible en menos de cuatro décimas de segundo; de otro modo, nadie podría golpear una pelota rápida. Pero la parte sorprendente es que la conciencia tarda más: alrededor de medio segundo, como veremos en el capítulo 2. De manera que la pelota viaja demasiado deprisa para que los bateadores sean conscientes de ella. Uno no necesita ser consciente de ellos para llevar a cabo sofisticados actos motores. Puede darse cuenta cuando esquiva una rama que viene lanzada hacia usted antes de ser consciente de su existencia, o cuando ya se ha puesto en pie de un salto antes de ser consciente de que está sonando el teléfono.

La mente consciente no se halla en el centro de la acción del cerebro, sino más bien en un borde lejano, y no oye más que susurros de la actividad.

§. La ventaja del derrocamiento

Esta manera de comprender el cerebro transforma profundamente la imagen que tenemos de nosotros, que se desplaza de la idea intuitiva de que somos el centro de las operaciones a una perspectiva más sofisticada, esclarecedora y maravillosa de la situación. De hecho, se trata de un progreso que ya hemos presenciado.

Durante una noche estrellada de principios de enero de 1610, un astrónomo toscano llamado Galileo Galilei se quedó despierto hasta

tarde con el ojo pegado al extremo de un tubo que él mismo había ideado. El tubo era un telescopio, y en él los objetos parecían veinte veces más grandes. Aquella noche, Galileo observó Júpiter y vio que lo que creíamos que eran estrellas fijas situadas cerca del planeta formaban una línea a través de él. Esta formación llamó su atención y siguió observando la noche siguiente. Contrariamente a lo que esperaba, vio que los tres cuerpos se habían movido junto con Júpiter. Con eso no contaba: las estrellas no se mueven con los planetas. De modo que Galileo se concentró en esa formación noche tras noche. El 15 de enero había encontrado la solución al enigma: aquello no eran estrellas fijas, sino más bien cuerpos planetarios que giraban alrededor de Júpiter. Júpiter tenía lunas.

Con esta observación, las esferas celestiales se hicieron añicos. Según la teoría ptolemaica, había un solo centro –la Tierra alrededor del cual giraba todo lo demás. Copérnico había propuesto una idea alternativa, en la que la Tierra giraba alrededor del Sol mientras la Luna giraba alrededor de la Tierra, pero los cosmólogos tradicionales habían encontrado la idea absurda, pues exigía dos centros de movimiento. Pero en aquel sereno momento de enero las lunas de Júpiter dieron fe de que existían múltiples centros: unas grandes rocas que daban vueltas en una órbita *alrededor* del planeta gigante no podían ser también parte de la superficie de las esferas celestiales. El modelo ptolemaico en el que la Tierra ocupaba el centro de órbitas concéntricas quedó hecho pedazos. El libro en el que Galileo relataba su descubrimiento, *Sidereus Nuncius*, salió de su imprenta veneciana en marzo de 1610 y le hizo famoso.

Pasaron seis meses antes de que otros astrólogos pudieran construir instrumentos con la suficiente calidad para observar las lunas de Júpiter. Pronto se desató una auténtica fiebre en el mercado de la construcción de telescopios, y no pasó mucho tiempo antes de que por todo el planeta hubiera astrónomos elaborando un mapa detallado de nuestro lugar en el universo. Durante los cuatro siglos siguientes hemos presenciado un acelerado alejamiento del centro que nos ha depositado de manera definitiva en un rincón del universo visible, que contiene 500 millones de grupos de galaxias, 10.000 millones de galaxias grandes, 100.000 millones de galaxias enanas y 2 millones de billones de soles. (Y el universo visible, de unos 15.000 millones de años luz de extensión, podría ser poco más que una mota en una totalidad mucho más vasta de lo que todavía podemos ver.) No es de sorprender que estos asombrosos números implicaran un relato de nuestra existencia radicalmente distinto de lo que se había sugerido antes.

A muchos, que la Tierra dejara de ser el centro del universo les causó un hondo malestar. La Tierra ya no se podía considerar el parangón de la creación: ahora era un planeta como todos los demás. Este reto a la autoridad exigía un cambio en la concepción filosófica del universo. Unos doscientos años más tarde, Johann Wolfgang von Goethe conmemoraba la inmensidad del descubrimiento de Galileo:

> *De todos los descubrimientos y opiniones, ninguno ha tenido más influencia en el espíritu humano. (...) Apenas acabábamos de conocer el mundo como un lugar redondo y completo en sí mismo*

cuando se nos pidió que renunciáramos al tremendo privilegio de ser el centro del universo. Quizá nunca se le había exigido tanto a la humanidad, ¡pues a causa de esa admisión muchas cosas desaparecieron! ¿Qué fue de nuestro Edén, nuestro mundo de inocencia, piedad y poesía; el testimonio de los sentidos; la convicción de una fe poético-religiosa? No es de extrañar que sus contemporáneos no desearan que todo esto desapareciera y ofrecieran toda la resistencia posible a una doctrina que en sus conversos autorizaba y exigía una libertad de opinión y una grandeza de pensamiento desconocidas hasta entonces, y con las que no se había soñado jamás.

Los críticos de Galileo censuraron su nueva teoría como un destronamiento del hombre. Y después de la destrucción de las esferas celestiales vino la destrucción de Galileo. En 1633 fue juzgado por la Inquisición de la Iglesia católica, su espíritu fue quebrado en una mazmorra y se le obligó a garabatear su atribulada firma en una retractación de su obra que regresaba a un universo centrado en la Tierra.[2]

Galileo podía considerarse un hombre con suerte. Años antes, otro italiano, Giordano Bruno, también había sugerido que la Tierra no era el centro, y en febrero de 1600 fue llevado a la plaza pública por herejías contra la Iglesia. Sus captores, temiendo que pudiera incitar a la multitud con su famosa elocuencia, le pusieron una

[2] Algo que siempre me ha inspirado: el año que murió Galileo (1642), nació Isaac Newton, quien completó la obra de Galileo anotando las ecuaciones que describen las órbitas planetarias alrededor del sol.

máscara de hierro para impedirle hablar. Lo quemaron vivo en la pira, y sus ojos escudriñaron desde detrás de la máscara esa multitud de espectadores que salieron de sus hogares para reunirse en la plaza, queriendo estar en el centro de las cosas.

¿Por qué Bruno fue exterminado antes de que pudiera hablar? ¿Cómo es posible que un hombre con el genio de Galileo acabara encadenado en el suelo de una mazmorra? Es evidente que no todo el mundo aprecia que se dé un cambio radical a su visión del mundo.

¡Si hubieran sabido adónde conduciría aquello! Lo que la humanidad perdió en certidumbre y egocentrismo fue reemplazado por un temor reverencial y un asombro ante nuestro lugar en el cosmos. Por muy inverosímil que resulte la existencia de vida en otros planetas –digamos que las probabilidades son menos de una entre mil millones–, podemos seguir esperando que surjan miles de millones de planetas como si fueran Chia Pet con vida. Y si sólo hay una probabilidad entre un millón de que los planetas con vida produzcan niveles de inteligencia significativos (por ejemplo, mayores que una bacteria del espacio), eso seguiría indicando que puede haber millones de planetas con criaturas que se relacionan en civilizaciones inimaginablemente extrañas. De este modo, el desplazamiento del centro abrió nuestras mentes a algo mucho más vasto.

Si la ciencia espacial le parece fascinante, abróchese el cinturón para viajar hacia la ciencia del cerebro: hemos perdido nuestra posición en el centro de nosotros mismos, y comenzamos a ver con

claridad un universo mucho más espléndido. En este libro nos adentraremos en ese cosmos interno para investigar las formas de vida alienígenas.

§. Primeros atisbos de la vastedad del espacio interior

Santo Tomás de Aquino (1225-1274) le gustaba creer que las acciones humanas procedían de la reflexión acerca de lo que es bueno. Pero no podía evitar observar todas las cosas que hacemos y que tienen poca relación con la reflexión razonada: como por ejemplo el hipo, el llevar inconscientemente el ritmo con el pie, la risa repentina ante un chiste, etc. Eso presentaba un escollo a su marco teórico, de manera que relegó todos esos actos a una categoría distinta de las acciones humanas propiamente dichas «puesto que no proceden de la reflexión de la razón».[3] Al definir esta categoría aparte, plantó la primera semilla de la idea del inconsciente.

Nadie regó esta semilla durante cuatrocientos años, hasta que el erudito Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) propuso que la mente era una combinación de partes accesibles e inaccesibles. De joven, Leibniz compuso en una mañana trescientos hexámetros latinos. Posteriormente inventó el cálculo, el sistema numeral binario, varias escuelas nuevas de filosofía, teorías políticas, hipótesis geológicas, la base de la tecnología de la información, una ecuación para la energía cinética, y las primeras semillas de la idea de la separación

[3] Aquino, *Summa theologiae*.

del software y el hardware[4].[4]Mientras todas estas ideas brotaban de él, comenzó a sospechar –al igual que Maxwell, Blake y Goethe– que quizá en su interior había cavernas más profundas e inaccesibles.

Leibniz sugirió que existen algunas percepciones de las que no somos conscientes, y las denominó *petites perceptions*. Los animales poseen percepciones inconscientes, conjeturó, así pues, ¿por qué no las iban a tener los seres humanos? Aunque la lógica era especulativa, sin embargo se olió que pasábamos por alto algo fundamental si no asumíamos la existencia de algo parecido a un inconsciente. «Las percepciones insensibles son tan importantes [para la ciencia de la mente humana] como los corpúsculo insensibles lo son para las ciencias naturales», concluyó.[5] Leibniz sugirió también que hay actividades y tendencias («apetitos») de los que no tenemos conciencia, pero que sin embargo impulsan nuestras acciones. Ésa fue la primera exposición importante de los impulsos inconscientes, y conjeturó que su idea sería clave para explicar por qué los humanos se comportan como lo hacen.

---

[4] De manera específica, Leibniz concibió una máquina que utilizaría canicas (como representación de los números binarios) que serían guiadas por lo que ahora reconocemos como primos de las fichas perforadas. Aunque generalmente se atribuye a Charles Babbage y Ada Lovelace haber elaborado los conceptos de separación del software, el ordenador moderno no es en esencia distinto del que imaginó Leibniz: «Este cálculo [binario] podría ser llevado a cabo por una máquina (sin ruedas) de la siguiente manera, desde luego fácil y sin esfuerzo. Se dispondrá un recipiente con agujeros de manera que éstos puedan abrirse y cerrarse. Estarán abiertos en el lugar que corresponda al 1 y cerrados cuando corresponda al 0. A través de los agujeros abiertos, caerán unos cubos pequeños o canicas y quedarán alineados, y a través de los otros no caerá nada. La disposición de las canicas cambiará de columna en columna.» Véase Leibniz, De Progressione Dyadica. Gracias a George Dyson por descubrirme este texto.

[5] Leibniz, *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*, publicado en 1765. Al hablar de «corpúsculos insensibles», Leibniz se refiere a la creencia compartida por Newton, Boyle, Locke y otros de que los objetos materiales están hechos de diminutos corpúsculos insensibles, que dan lugar a las cualidades sensoriales de los objetos.

Anotó todo esto con entusiasmo en su libro *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*, pero el libro no se publicó hasta 1765, casi medio siglo después de su muerte. Los ensayos chocaron con la idea de la Ilustración de conocerse a uno mismo, de manera que languidecieron sin que nadie les prestara atención hasta casi un siglo después. La semilla volvía a quedar en estado de latencia.

Mientras tanto, otros acontecimientos sentaban las bases para que la psicología llegara a ser una ciencia material y experimental. El anatomista y teólogo escocés Charles Bell (1774-1842) descubrió que los nervios –las finas radiaciones que surgían de la médula espinal y se propagaban por todo el cuerpo– no eran iguales, sino que podían dividirse en dos clases: motores y sensoriales. Los primeros transmitían la información procedente del centro de mando del cerebro, y los segundos la mandaban a ese centro. Ésa fue la primera pauta importante que se descubrió en la por lo demás misteriosa estructura del cerebro, y en manos de los posteriores pioneros condujo a la idea de que el cerebro era un órgano construido con una organización detallada en lugar de con una uniformidad imprecisa.

Identificar este tipo de lógica en un bloque de tejido de un kilo doscientos gramos por lo demás desconcertante resultó enormemente alentador, y en 1824 un filósofo y psicólogo alemán llamado Johann Friedrich Herbart propuso que las *propias ideas* podrían comprenderse dentro de un marco matemático estructural: a una idea se le podría oponer su opuesta, debilitando así la idea original y provocando que se hundiera por debajo de un umbral de

conciencia.[6] En contraste, las ideas que poseían una similitud podrían apoyarse una a otra a la hora de llegar a la conciencia. Cuando llegaba una idea nueva, arrastraba con ella otras ideas parecidas. Herbart acuñó el término «masa aperceptiva» para indicar que una idea se vuelve consciente no de manera aislada, sino en concordancia con un complejo de ideas que ya están en la conciencia. Así fue como Herbart introdujo un concepto clave: existe una *frontera* entre los pensamientos conscientes e inconscientes; somos conscientes de algunos pensamientos pero no de otros.

En este telón de fondo, un médico alemán llamado Ernst Heinrich Weber (1795-1878) se interesó en aplicar el rigor de la física al estudio de la mente. Su nuevo campo de la «psicofísica» tenía como meta cuantificar lo que la gente es capaz de detectar, lo rápido que puede reaccionar y qué puede percibir exactamente.[7] Por primera vez las percepciones comenzaron a medirse con rigor científico, y surgieron las primeras sorpresas. Por ejemplo, parecía evidente que los sentidos daban una representación exacta del mundo exterior, pero en 1833 un fisiólogo alemán llamado Johannes Peter Müller (1801-1858) había observado algo desconcertante. Si dirigía una luz al ojo, ejercía presión sobre él, o estimulaba eléctricamente los nervios del ojo, las sensaciones de visión eran parecidas; es decir, se tenía una sensación de *luz*, y no de presión ni electricidad. Tal cosa le sugirió que no somos directamente conscientes del mundo

[6] Herbart, *Psychology as a Science*.
[7] Michael Heidelberger, *Nature from Within*.

exterior, sino sólo de las señales del sistema nervioso.[8] En otras palabras, cuando el sistema nervioso nos dice que algo está «ahí fuera» –como por ejemplo una luz–, eso es lo que uno creerá, independientemente de cómo lleguen las señales.

Ya estaba dispuesto el escenario para que la gente considerara que el cerebro físico estaba relacionado con la percepción. En 1886, años después de que tanto Weber como Müller hubieran muerto, un estadounidense llamado James McKeen Cattell publicó un ensayo titulado *The Time Taken up by Cerebral Operations* (El tiempo que consumen las operaciones cerebrales).[9] La tesis de su ensayo era engañosamente simple: lo rápido que puedes reaccionar a una pregunta depende del tipo de pensamiento que tengas. Si simplemente hay que indicar si se ha visto un destello o una explosión, se puede hacer bastante rápido (190 milisegundos en el caso de los destellos y 160 en el caso de las explosiones). Pero si hay que llevar a cabo una elección («Dígame si ha visto un destello rojo o verde»), se tardará varias decenas de milisegundos más. Y si es preciso especificar lo que se acaba de ver («He visto un destello azul»), todavía se tarda más.

Las sencillas mediciones de Cattell no llamaron la atención de casi nadie en todo el planeta, y sin embargo constituyen el presagio de un cambio de paradigma. Con el surgimiento de la época industrial, los intelectuales comenzaron a pensar en *máquinas*. Al igual que la gente aplica hoy en día la metáfora del ordenador, la metáfora de la

[8] Johannes Müller, *Handbuch der Physiologie des Menschen, dritte verbesserte Auflage*, 2 vols. (Coblenza: Hölscher, 1837-1840).

[9] Cattell, «The time taken up», 220-242.

máquina permeó el pensamiento popular de la época. Por entonces, la última parte del siglo XIX, los avances en el campo de la biología habían atribuido cómodamente muchos aspectos del comportamiento a las operaciones automáticas del sistema nervioso. Los biólogos sabían que una señal tarda cierto tiempo en ser procesada por los ojos, que después viaja por los axones que la conectan con el tálamo, luego recorre las autopistas nerviosas hasta el córtex, y finalmente sigue la pauta del procesado cerebral.

Pensar, sin embargo, seguía siendo comúnmente considerado algo distinto. No parecía surgir de procesos materiales, sino que formaba parte de la teoría especial de lo mental (o a menudo, lo espiritual). El enfoque de Cattell afrontaba directamente el problema del pensar. Al dejar los estímulos iguales pero cambiar la tarea *(ahora toma una u otra decisión)*, podía medir cuánto más se tardaba en tomar una decisión. Es decir, podía medir el *tiempo del pensamiento*, y lo propuso como una manera directa de establecer una correspondencia entre el cerebro y la mente. Escribió que esa clase de experimento sencillo proporciona «la demostración más contundente del completo paralelismo entre los fenómenos físicos y mentales; muy poca duda cabe de que nuestros cálculos miden al mismo tiempo la velocidad de cambio en el cerebro y en la conciencia».[10]

Dentro del espíritu del siglo XIX, el descubrimiento de que el proceso de pensar lleva su tiempo reafirmó los pilares del paradigma de que el pensamiento es inmaterial. Indicó que pensar, al igual que

[10] Cattell, «The psychological laboratory», 37-51.

otros aspectos del comportamiento, no era pura magia, sino que más bien tenía una base mecánica.

© Randy Glasbergen, 2001

¿Podía equipararse el pensar con el procesado que llevaba a cabo el sistema nervioso? ¿Podía funcionar la mente como una máquina? Pocas personas le prestaron la debida atención a esa idea incipiente; por el contrario, casi todos siguieron con la intuición de que sus operaciones mentales surgían inmediatamente a su antojo. Pero para una persona, esa sencilla idea lo cambió todo.

§. Yo, yo mismo y el iceberg

Al mismo tiempo que Charles Darwin publicaba su revolucionario libro *El origen de las especies*, un niño de tres años nacido en Moravia se trasladaba a Viena con su familia. Este niño, Sigmund Freud, crecería con una flamante visión darwiniana del mundo, según la cual el hombre no era distinto de cualquier otra forma de

vida, y la atención científica podía dirigirse sobre el complejo tejido del comportamiento humano.

El joven Freud asistió a la Facultad de Medicina, atraído más por la investigación científica que por la aplicación clínica. Se especializó en neurología y pronto abrió un consultorio privado para tratar los trastornos psicológicos. Tras examinar atentamente a sus pacientes, Freud comenzó a sospechar que las variedades del comportamiento humano eran explicables sólo en términos de procesos mentales invisibles, de la maquinaria que actuaba entre bastidores. Freud observó que, a menudo, en la mente consciente de esos pacientes no había nada evidente que impulsara su comportamiento, y así, al concebir ahora el cerebro como una maquinaria, concluyó que debían de existir causas subyacentes a las que no podíamos acceder. Desde esta nueva perspectiva, la mente no era tan sólo equivalente a la parte consciente con la que convivimos familiarmente; más bien era como un iceberg, la mayor parte de su masa quedaba oculta.

Esa idea sencilla transformó la psiquiatría. Anteriormente, los procesos mentales aberrantes resultaban inexplicables a no ser que uno los atribuyera a una voluntad débil, la posesión demoníaca, etc. Freud insistió en buscar la causa en el cerebro físico. Como Freud vivió varias décadas antes de las modernas tecnologías cerebrales, sólo podía recoger datos desde «fuera» del sistema: hablando con los pacientes e intentando inferir sus estados cerebrales a partir de sus estados mentales. Desde esa perspectiva, prestó mucha atención a la información que contenían los lapsus de la lengua, los lapsus de

la pluma, las pautas de comportamiento y el contenido de los sueños. Postuló la hipótesis de que todo esto era el producto de mecanismos nerviosos ocultos, una maquinaria a la que el sujeto no tenía acceso directo. Al examinar los comportamientos que asomaban por encima de la superficie, Freud confiaba en poder hacerse una idea de lo que se ocultaba debajo.[11] Cuanto más consideraba la chispa procedente de la punta del iceberg, más apreciaba su profundidad, y cómo la masa oculta podía explicar algo de los pensamientos, sueños y pulsiones de la gente.

Aplicando este concepto, el mentor y amigo de Freud, Josef Breuer, desarrolló lo que pareció una estrategia fructífera para ayudar a los pacientes histéricos: les pedía que hablaran, sin inhibiciones, de las primeras manifestaciones de sus síntomas.[12] Freud amplió la técnica a otras neurosis, y sugirió que las experiencias traumáticas sepultadas de un paciente podrían ser la base oculta de sus fobias, parálisis histéricas, paranoias, etc. Intuyó que esos problemas quedaban ocultos para la mente consciente. La solución consistiría en atraerlos al nivel de la conciencia para poder enfrentarse a ellos directamente y arrancarles su capacidad de provocar neurosis. Ese enfoque sirvió como base del psicoanálisis durante el siglo siguiente. Mientras que la popularidad y pormenores del psicoanálisis han cambiado un poco, la idea básica de Freud proporcionó la primera exploración de cómo los estados ocultos del cerebro participan en el pensamiento y el comportamiento motrices. Freud y Breuer

[11] Véase http://www.iep.utm.edu/f/freud.htm.

[12] Freud y Breuer, *Studien über Hysterie*.

publicaron conjuntamente su obra en 1895, pero Breuer se fue alejando progresivamente del énfasis que ponía Freud en los orígenes sexuales de los pensamientos inconscientes, y al final cada uno siguió por su lado. Freud acabó publicando su importante estudio del inconsciente, *La interpretación de los sueños*, en el que analizaba su propia crisis emocional y la serie de sueños provocados por la muerte de su padre. Su autoanálisis le permitió sacar a la luz sentimientos inesperados acerca de su padre; por ejemplo, que su admiración se mezclaba con odio y vergüenza. Su idea de que existía una inmensa presencia bajo la superficie le llevó a meditar acerca de la cuestión del libre albedrío. Razonó que si las elecciones y decisiones derivan de procesos mentales ocultos, entonces el libre albedrío es una ilusión, o está, como mínimo, mucho más constreñida de lo que se consideraba anteriormente.

A mediados del siglo XX, los pensadores comenzaron a darse cuenta de que sabemos muy poco de nosotros. No estamos en el centro de nosotros mismos, sino más bien –al igual que la Tierra en la Vía Láctea, y la Vía Láctea en el universo– en un borde lejano, y nos enteramos muy poco de lo que ocurre.

* * * *

Las intuiciones de Freud sobre el cerebro inconsciente fueron acertadas, pero vivió décadas antes del moderno florecer de la neurociencia. Ahora podemos escudriñar el cráneo humano a muchos niveles, desde los picos eléctricos en células aisladas a pautas de activación que atraviesan los vastos territorios del cerebro. Nuestra tecnología moderna ha conformado y ajustado

nuestra imagen del cosmos interior, y en los siguientes capítulos nos adentraremos juntos en estos territorios inesperados.

¿Cómo es posible que uno se enfade consigo mismo? ¿Quién, exactamente, está enfadado con quién? ¿Por qué las rocas parecen ascender después de que uno se quede mirando una cascada? ¿Por qué el juez del Tribunal Supremo William Douglas afirma que es capaz de jugar al fútbol e ir de excursión, cuando todo el mundo puede ver que está paralizado tras sufrir una apoplejía? ¿Por qué fue Topsy el elefante electrocutado por Thomas Edison en 1916? ¿Por qué a la gente le gusta guardar su dinero en cuentas de Navidad que no le dan ningún interés? Si el borracho Mel Gibson es antisemita y el sobrio Mel Gibson se disculpa de corazón, ¿existe un auténtico Mel Gibson? ¿Qué tienen en común Ulises y el desastre de las hipotecas subprime? ¿Por qué las strippers ganan más dinero en ciertas épocas del mes? ¿Por qué la gente cuyo nombre empieza con J es más probable que se case con otra persona cuyo nombre empieza por J? ¿Por qué siempre tenemos la tentación de contar un secreto? ¿Por qué algunos cónyuges son más proclives a engañar a su pareja? ¿Por qué los pacientes que toman medicamentos contra el Parkinson se vuelven jugadores compulsivos? ¿Por qué Charles Whitman, cajero de un banco con un alto coeficiente intelectual y antiguo boy scout, de repente decidió matar a cuarenta y ocho personas desde la torre de la Universidad de Texas en Austin?

¿Qué tiene todo esto que ver con el funcionamiento entre bastidores del cerebro?

Como estamos a punto de ver, todo.

Capítulo 2

El testimonio de los sentidos: ¿cómo es «en realidad» la experiencia?

Contenido:

§. Deconstruir la experiencia
§. Abrir los ojos
§. ¿Cómo pueden subir las rocas sin cambiar de posición?
§. Aprender a ver
§. Ver con el cerebro
§. La actividad interior
§. ¿Hasta qué punto vive en el pasado?

§. Deconstruir la experiencia

Una tarde de finales del siglo XIX, el físico y filósofo Ernst Mach examinó atentamente unas tiras de papel uniformemente coloreadas y colocadas una junto a la otra. Interesado por las cuestiones de la percepción, hubo algo que le dio que pensar: había algo raro en aquellas tiras. Tenían un aspecto extraño. Las separó, las miró una a una, y a continuación volvió a juntarlas. Finalmente se dio cuenta de lo que ocurría: aunque cada tira aislada era de un color uniforme, cuando se las colocaba una junto a otra todas parecían mostrar un gradiente de sombreado: se veían un poco más claras en el lado izquierdo y un poco más oscuras del derecho. (Si quiere

comprobar que cada tira de la figura tiene un color uniforme, tápelas todas menos una.)[13]

Bandas de Mach.

Ahora que es testigo de la ilusión de las «bandas de Mach», las encontrará en todas partes: por ejemplo, en el rincón donde se encuentran dos paredes, las diferencias de iluminación a menudo dan la impresión de que la pintura es más clara o más oscura al llegar a la esquina. Es de suponer que aun cuando lo haya experimentado innumerables veces, se le haya pasado por alto hasta ahora. Del mismo modo, los pintores renacentistas observaron en cierto momento que las montañas lejanas parecían tener un tinte un poco azulado, y en cuanto se hubo extendido la novedad, comenzaron a pintarlas así. Pero hasta ese momento a la

[13] Eagleman, «Visual illusions».

historia del arte se le había pasado totalmente por alto, aun cuando lo tuvieran delante de las narices. ¿Cómo es que no observamos cosas tan evidentes? ¿Realmente somos tan malos observadores de nuestras propias experiencias?

Sí. Somos unos observadores fatales. Y nuestra introspección no nos sirve de nada en estas cuestiones: creemos ver el mundo perfectamente hasta que alguien nos dice que no es así. Al igual que Mach observó atentamente la gradación de las franjas, nosotros también hemos de aprender a observar nuestra experiencia. ¿Cómo es *en realidad* nuestra experiencia consciente, y cómo no es?

* * * *

La intuición sugiere que uno abre los ojos y *voilà*: ahí está el mundo, con sus hermosos rojos y dorados, sus perros y sus taxis, las populosas ciudades y los floríferos paisajes. La visión parece algo natural, y, con escasas excepciones, exacta. Podría parecer que no hay una gran diferencia entre sus ojos y una cámara de vídeo digital de alta resolución. En cuanto a las orejas, parecen micrófonos compactos que registran de manera exacta los sonidos del mundo, y sus dedos parecen detectar la forma tridimensional de los objetos del mundo exterior. Lo que la intuición sugiere es algo totalmente erróneo. Veamos qué ocurre en realidad.

Consideremos lo que sucede cuando mueve el brazo. Su cerebro depende de miles de fibras nerviosas que registran estados de contracción y estiramiento, y sin embargo usted no percibe ni un ápice de esa tormenta de actividad nerviosa. Simplemente es consciente de que su extremidad se mueve y de que ahora está en

otro lugar. Sir Charles Sherrington, uno de los pioneros de la neurociencia, a mediados del siglo pasado se ocupó durante un tiempo de ese hecho. Le asombraba hasta qué punto ignorábamos la mecánica que había debajo de la superficie. Después de todo, a pesar de su considerable pericia con los nervios, los músculos y los tendones, observó que cuando cogía un trozo de papel: «No tengo ninguna conciencia de los músculos en cuanto que tales. (...) Ejecuto el movimiento perfectamente y sin ninguna dificultad.»[14] Razonó que, de no ser neurocientífico, no se le habría ocurrido sospechar de la existencia de nervios, músculos y tendones. Aquello intrigó a Sherrington, y finalmente dedujo que su experiencia de mover el brazo era «un producto mental (...) derivado de elementos que no se experimentan como tales y que sin embargo (...) la mente utiliza para producir la percepción». En otras palabras, la tormenta de actividad nerviosa y muscular queda registrada en el cerebro, pero lo que llega a la conciencia es algo totalmente distinto.

Para comprenderlo, regresemos a la metáfora de la conciencia como un periódico nacional. La labor del titular es ofrecer un resumen muy comprimido. De la misma manera, la conciencia es la manera de proyectar toda la actividad de su sistema nervioso de una manera más sencilla. Los miles de millones de mecanismos especializados operan debajo del radar: algunos recogen datos sensoriales, otros mandan programas motores, y la mayoría lleva a cabo las principales tareas de trabajo nervioso: combinar

[14] Sherrington, *Man on His Nature*. Véase también SheetsJohnstone, «Consciousness: a natural history».

información, hacer predicciones acerca de lo que viene a continuación, tomar decisiones acerca de lo que hay que hacer ahora. Ante tal complejidad, la conciencia ofrece un resumen que resulta útil a la hora de hacerse una idea global, útil a la escala de las manzanas, los ríos y los humanos con los que quizá podría aparearse.

§. Abrir los ojos

El acto de «ver» parece tan natural que se hace difícil apreciar la inmensa y sofisticada maquinaria subyacente a ese proceso. Puede que le sorprenda averiguar que un tercio del cerebro humano se dedica a la visión. El cerebro tiene que llevar a cabo un ingente trabajo para interpretar sin la menor ambigüedad los miles de millones de fotones que inundan los ojos. En sentido estricto, todas las escenas visuales son ambiguas: por ejemplo, la imagen de la derecha puede estar causada por la torre de Pisa a una distancia de quinientos metros, o por una reproducción en miniatura de la torre a un brazo de distancia: ambos proyectan una imagen idéntica en los ojos. Su cerebro dedica un gran esfuerzo a eliminar la ambigüedad de la información que llega a sus ojos observando el contexto, haciendo algunas suposiciones y utilizando algunos trucos que aprenderemos dentro de un momento. Pero todo esto no ocurre sin esfuerzo, como demuestran los pacientes que tras una operación recuperan la vista tras décadas de ceguera: no se ponen a ver el mundo de repente, sino que deben *aprender* a verlo otra

vez.[15]Al principio el mundo es un febril y confuso aluvión de formas y colores, y aun cuando la óptica de sus ojos funcione perfectamente, su cerebro debe aprender a interpretar los datos de entrada.

Para los que hemos visto durante toda la vida, la mejor manera de apreciar el hecho de que la visión es una construcción consiste en observar lo a menudo que nuestro sistema visual se equivoca. Las ilusiones visuales existen en los márgenes de lo que nuestro sistema ha evolucionado para manejar, y como tales resultan una poderosa ventana al cerebro.[16]

Definir rigurosamente lo que es una «ilusión» se topa con algunas dificultades, pues en cierto sentido toda visión es una ilusión. La resolución en su visión periférica es más o menos equivalente a mirar a través de una puerta de ducha esmerilada, y sin embargo disfruta de la ilusión de ver la periferia con claridad. Ello se debe a que, allí donde dirige su visión central, ésta siempre parece estar enfocada. Para comprobar este hecho, pruebe con la siguiente demostración: pida a un amigo que sostenga un puñado de rotuladores de colores a un lado. Mantenga la mirada fija en su nariz, y ahora intente decir el orden de los colores que tiene en la mano. Los resultados son sorprendentes: aun cuando sea capaz de afirmar que hay algunos colores en su periferia, será incapaz de determinar el orden exacto. Su visión periférica es mucho peor de lo que habría imaginado, porque bajo las circunstancias habituales su

[15] MacLeod y Fine, «Vision after early blindness».
[16] Eagleman, «Visual illusions»

cerebro coloca los músculos oculares para que dirijan su visión central de alta resolución directamente hacia las cosas que le interesan. Allí donde proyecta la mirada, todo parece estar perfectamente enfocado, con lo que supone que todo su mundo visual está enfocado.[17]

Y eso es sólo el principio. Considere el hecho de que no somos conscientes de los *límites* de nuestro campo visual. Observe un punto de la pared que quede justo delante de usted, extienda el brazo y mueva los dedos. Ahora lleve la mano lentamente hacia la oreja. Hay un momento en el que ya no puede ver los dedos. Ahora muévala hacia delante y ya puede verlos otra vez. Está cruzando el borde de su campo visual. De nuevo, como siempre dirige los ojos al punto que le interesa, normalmente no es en absoluto consciente de que hay límites más allá de los cuales no tiene visión. Es interesante considerar que la mayoría de los seres humanos viven toda su existencia sin darse cuenta de que, en un momento dado, sólo están viendo un cono de visión limitado.

[17] Considere la cuestión análoga de si la luz de su nevera está siempre encendida. Podría concluir equivocadamente que así es simplemente porque lo está cada vez que se acerca sigilosamente a la nevera y abre la puerta de repente.

A medida que profundizamos en la visión, queda claro que para que su cerebro pueda ofrecerle percepciones totalmente convincentes no hay más que poner las llaves adecuadas en las cerraduras adecuadas. Consideremos la percepción de la profundidad. Sus dos ojos están separados unos centímetros, y como resultado reciben imágenes del mundo un tanto distintas. Para demostrarlo coja dos fotografías tomadas con unos centímetros de separación, y a continuación póngalas una al lado de la otra. Ahora cruce los ojos de manera que las dos fotos se fundan en una tercera, y surgirá una imagen *en profundidad*. Experimentará una genuina profundidad; no hay manera de eliminar la percepción. La idea imposible de que la profundidad surja de una imagen plana revela la naturaleza mecánica y automática de las computaciones del sistema visual:

proporciónele las entradas correctas y le construirá un mundo de gran riqueza.

Uno de los errores más extendidos es creer que nuestro sistema visual ofrece una representación fiel de lo que está «ahí fuera» del mismo modo que lo haría una cámara. Algunas demostraciones simples pueden desengañar. En la figura que hay debajo se muestran dos imágenes.

Cruce los ojos: las dos imágenes producen en su cerebro la señal ilusoria de profundidad.

¿Cuál es la diferencia entre ambas? Difícil de decir, ¿verdad? En una versión dinámica de esta prueba, las dos imágenes se alternan (digamos que cada imagen se muestra durante medio segundo, con un intervalo en blanco de una décima de segundo). Y resulta que somos ciegos a unos cambios enormes en la escena. En una foto

aparece una gran caja, y en la otra no; o un jeep, o un motor de avión, y la diferencia pasa desapercibida. Nuestra atención recorre lentamente la escena, analizando algunos detalles interesantes hasta que finalmente detecta lo que ha cambiado.[18] Una vez el cerebro ha dado con el objeto adecuado, el cambio resulta fácil de ver, pero ello sucede tan sólo tras una inspección exhaustiva. Esta «ceguera al cambio» resalta la importancia de la atención: para ver cómo cambia un objeto, hay que prestarle atención.[19]

Ceguera al cambio. © Tim Farrell (arriba) y Ron Rensink (abajo)

Tampoco ve el mundo con la profusión de detalles que implícitamente creía; de hecho, es consciente de muy poco de lo que

[18] Si todavía no se ha dado cuenta, lo que cambia en la foto es la altura de la pared que hay detrás de la estatua.

[19] Véase eagleman.com/incognito para las demostraciones interactivas de cómo percibimos el mundo. Excelentes análisis de la ceguera al cambio son Rensink, O'Regan y Clark, «To see or not to see»; Simons, «Current approaches to change blindness»; y Blackmore, Brelstaff, Nelson y Troscianko, «Is the richness of our visual world an illusion?».

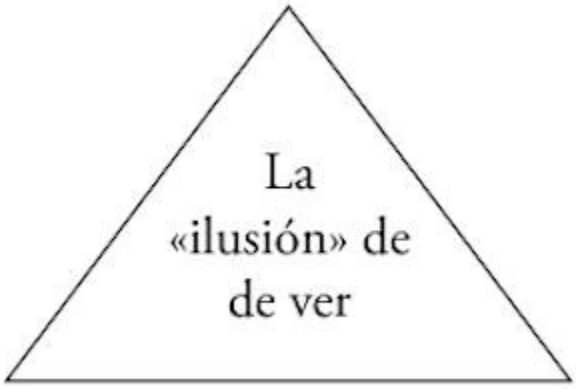
llega a sus ojos. Imagine que está contemplando una película breve en la que aparece un solo actor. Está preparando una tortilla. La cámara pasa a un ángulo diferente mientras el actor sigue cocinando. Seguramente se daría cuenta si el actor se hubiera transformado en una persona diferente, ¿verdad? Dos terceras partes de los observadores no se dan cuenta.[20]

En una asombrosa demostración de la ceguera al cambio, un experimentador detuvo unos peatones al azar en un patio y les pidió que le indicaran cómo llegar a un lugar concreto. En cierto momento, mientras el desprevenido sujeto estaba explicándole cómo llegar, unos trabajadores que llevaban una puerta pasaron groseramente justo en medio de las dos personas. Sin que el sujeto se diera cuenta, el experimentador fue subrepticiamente reemplazado por un cómplice que se había ocultado tras la puerta mientras la transportaban: cuando la puerta hubo pasado, había allí otra persona. La mayoría de los sujetos siguieron indicando cómo llegar al sitio solicitado sin observar que la persona no era la misma que le había pedido esas indicaciones.[21] En otras palabras, sólo codificaban una pequeña cantidad de la información que llegaba a sus ojos. El resto era suposición.

Los neurocientíficos no fueron los primeros en descubrir que dirigir los ojos hacia algo no garantiza que lo veamos. Los magos lo descubrieron hace mucho tiempo, y perfeccionaron la manera de sacarle provecho.[22] Al manipular su atención, los magos llevan a

[20] Levin y Simons, «Failure to detect changes to attended objects».
[21] Simons y Levin, «Failure to detect changes to people».
[22] Macknik, King Randi et al., «Attention and awareness in stage magic».

cabo sus trucos de prestidigitación a la vista de todo el mundo. Sus acciones deberían delatar el truco, pero puede tener la seguridad de que su cerebro procesa tan sólo pequeños fragmentos de la escena visual, y no todo lo que llega a su retina.



Este hecho ayuda a explicar el colosal número de accidentes de tráfico en que los conductores atropellan a peatones a los que ven perfectamente, colisionan con coches que tienen justo delante, e incluso se cruzan desafortunadamente con trenes. En muchos de estos casos, los ojos están en el lugar correcto, pero el cerebro no está viendo los estímulos. La visión no consiste sólo en mirar. Eso también explica por qué probablemente se le ha pasado por alto el hecho de que la palabra «de» se repite dos veces dentro del triángulo de la página anterior.

Las elecciones son simples, pero no evidentes, para los científicos del cerebro. Durante décadas los investigadores de la visión siguieron una pista equivocada al intentar imaginar cómo el cerebro visual reconstruía una representación completa y tridimensional del mundo exterior. Sólo lentamente comprendieron que el cerebro no

utiliza un modelo en 3-D, sino que como mucho construye algo parecido a un esbozo en 2,5-D.[23] El cerebro no necesita una maqueta completa del mundo porque simplemente necesita calcular rápidamente dónde mirar y cuándo.[24] Por ejemplo, su cerebro no necesita codificar todos los detalles de la cafetería en la que se encuentra; sólo saber cómo y dónde buscar cuando quiere algo en concreto. Su maqueta interna ya posee una idea general de que se halla en una cafetería, de que hay gente a su izquierda, una pared a la derecha y varios objetos sobre la mesa. Cuando su acompañante le pregunta: « ¿Cuántos terrones de azúcar quedan?», su sistema atencional interroga los detalles del azucarero, incorporando nuevos datos a su maqueta interna. Aunque el azucarero haya estado en su campo visual todo el tiempo, en su cerebro no hay ningún detalle real. Tendrá que hacer un trabajo extra para rellenar los detalles más sutiles de la imagen.

De manera parecida, a menudo conocemos algún rasgo concreto de un estímulo mientras que al mismo tiempo somos incapaces de responder a otros. Supongamos que le pido que mire lo siguiente y me diga de qué está hecho: . Me dirá correctamente que de líneas verticales. Si le pregunto de cuántas líneas, se quedara

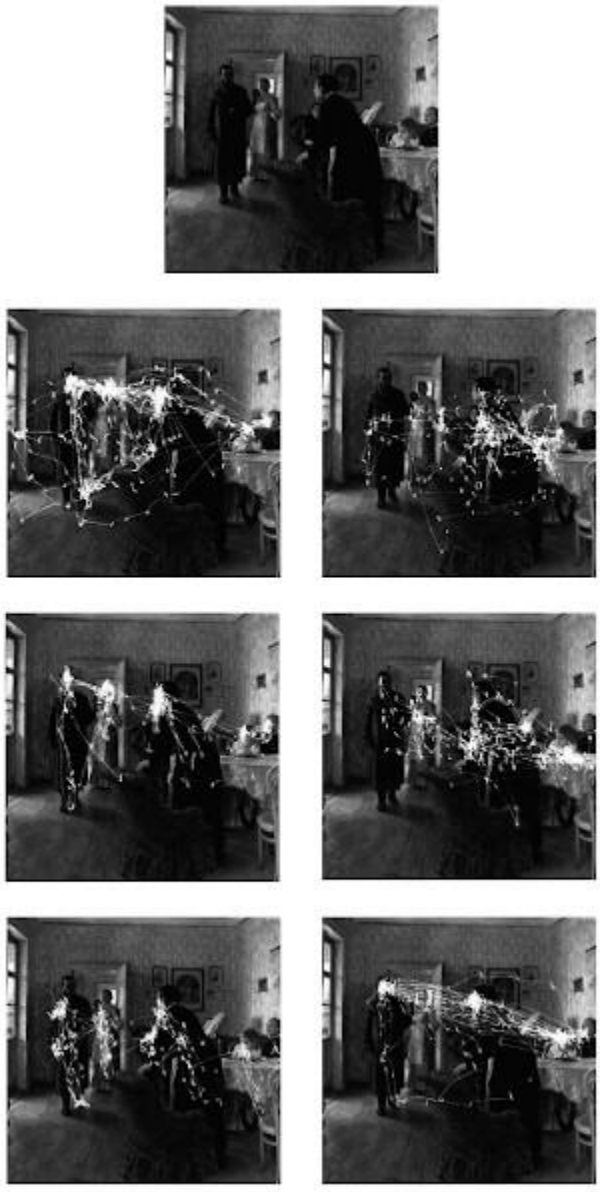
[23] El concepto de un dibujo en 2,5-D fue introducido por el difunto neurocientífico David Marr. Originalmente lo propuso como un estadio intermedio en el viaje del sistema visual para desarrollar un modelo completo en 3-D, pero desde entonces ha quedado claro que el modelo completo en 3-D nunca llega a buen término en los cerebros reales, y no se necesita para ir por el mundo. Véase Marr, *Vision*.

[24] O'Regan, «Solving the real mysteries of visual perception», y Edelman, *Representation and Recognition in Vision*. Obsérvese que un grupo reconoció el problema ya en 1978, pero se tardó muchos años en reconocerse ampliamente: «La función primaria de la percepción es mantener nuestro marco de referencia interno en perfecta concordancia con la vasta memoria externa, el entorno externo en sí mismo», observaron Reitman Nado y Wilcox en «Machine perception», 72.

atascado un momento. Puede ver que hay líneas, pero no puede decirme cuántas sin un esfuerzo considerable. Puede conocer algunas cosas de una escena sin conocer otros aspectos de ella, y sólo se da cuenta de lo que ignora cuándo se le pregunta. ¿Cuál es la posición de su lengua en la boca? En cuanto se le formula la pregunta, es capaz de responder, pero es de suponer que no es consciente de la respuesta hasta que le preguntan. Por lo general, el cerebro sabe muy pocas cosas; simplemente sabe cómo recuperar los datos. Funciona sobre la base de lo que *necesita-saber*. Cuando uno está consciente no sigue continuamente la posición de la lengua, porque es un dato útil en muy escasas circunstancias.

De hecho, no somos conscientes de gran cosa hasta que no nos lo preguntamos. ¿Qué siente ahora su pie izquierdo en comparación con el pie derecho? ¿Cuál es el tono del zumbido del aire acondicionado que se oye de fondo? Al igual que vimos con la ceguera al cambio, se nos pasan por alto muchas cosas que deberían ser evidentes a nuestros sentidos; sólo después de desplegar nuestros recursos atencionales sobre pequeños fragmentos de la escena somos conscientes de lo que nos ha pasado inadvertido. Antes de aplicar nuestra concentración, lo normal es que no seamos conscientes de que no somos conscientes de esos detalles. De manera que nuestra percepción del mundo no es sólo una construcción que no representa exactamente el exterior, sino que además tenemos la falsa impresión de una imagen rica y completa cuando de hecho apenas vemos lo que necesitamos saber, y no más. La manera en que el cerebro interroga al mundo para

reunir más detalles fue investigada en 1967 por el psicólogo ruso Alfred Yarbus.



Seis registros de movimientos visuales del mismo sujeto. Para cada uno tardó tres minutos. 1) Examen libre. Antes de los siguientes registros, al sujeto se le pidió que: 2) valorara las circunstancias materiales de la familia; 3) diera la edad de cada personaje; 4) conjeturara lo que había estado haciendo la familia antes de la llegada del «visitante inesperado»; 5) recordara qué ropa llevaba la

gente; 6) dedujera cuánto tiempo había estado lejos de la familia el «visitante inesperado». De Yarbus, 1967. © Springer

Midió los lugares exactos que observaba la gente utilizando un rastreador ocular, y pidió a sus sujetos que miraran un cuadro de Ilya Repin titulado *Un visitante inesperado* (página siguiente).[25] La tarea de los sujetos era sencilla: examinar el cuadro. O, en una tarea distinta, conjeturar qué había estado haciendo la gente del cuadro antes de que entrara el «visitante inesperado». O contestar a una pregunta acerca de si esas personas tenían dinero. O cuál era su edad. O cuánto tiempo había estado ausente el visitante inesperado.

Los resultados fueron extraordinarios. Según lo que se les preguntara, sus ojos se movían siguiendo pautas totalmente distintas, recorriendo la pintura de un modo que proporcionara la máxima información para la pregunta formulada. Cuando se les preguntaba por la edad de la gente, los ojos se dirigían hacia las caras. Cuando se les preguntaba por su situación económica, la mirada giraba en torno a las ropas y las posesiones materiales.

Piensen lo que esto significa: el cerebro sale al mundo y *extrae* activamente el tipo de información que necesita. El cerebro no necesita ver todo lo que ocurre a la vez en *Un visitante inesperado*, y no necesita almacenarlo todo internamente; lo único que necesita saber es dónde ir a buscar la información. A medida que sus ojos interrogan el mundo, son como agentes en una misión, optimizando

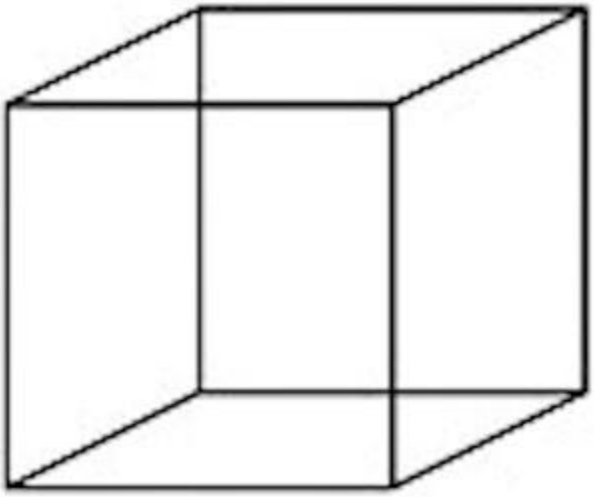
[25] Yarbus, «Eye movements».

su estrategia en busca de datos. Aun cuando sean «sus» ojos, sabe muy poco de lo que están haciendo. Igual que en una misión secreta, los ojos actúan debajo del radar, demasiado rápido para que su ruidosa conciencia pueda seguirlos.

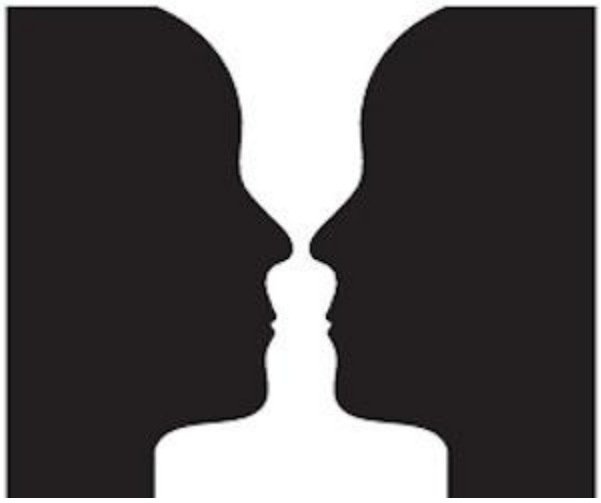
Para ilustrar de manera gráfica los límites de la introspección, considere los movimientos oculares que lleva a cabo mientras lee este libro. Sus ojos saltan de un lugar a otro. Para apreciar lo rápidos, deliberados y precisos que son esos movimientos oculares, observe a otra persona mientras lee. Y sin embargo no tenemos conciencia de este examen activo de la página, sino que más bien parece como si las ideas simplemente fluyeran a la cabeza desde un mundo estable.

* * * *

Como la visión parece requerir tan poco esfuerzo, somos como peces a los que se les desafía a comprender el agua: como el pez nunca ha experimentado otra cosa, le resulta casi imposible ver o concebir el agua. Pero si una burbuja pasa por delante del inquisitivo pez, le puede ofrecer una pista crucial. Al igual que las burbujas, las ilusiones visuales puede llamar nuestra atención hacia lo que normalmente damos por sentado, y de este modo son herramientas cruciales para comprender los mecanismos que se dan entre los bastidores del cerebro.



Sin duda ha visto algún dibujo de un cubo como el que hay a la derecha. Este cubo es un ejemplo de estímulo «multiestable»; es decir, una imagen que se mueve hacia delante y hacia atrás entre diferentes percepciones. Escoja lo que percibe como la cara «delantera» del cubo. Si mira el dibujo durante un momento, observará que a veces la cara delantera parece convertirse en la trasera, y la orientación del cubo cambia. Si sigue mirando, volverá a ser la trasera, y se alternarán las dos percepciones de la orientación del cubo. Se da aquí algo sorprendente: *nada ha cambiado en la página, con lo que el cambio ha tenido lugar en su cerebro*. La visión es activa, no pasiva. El sistema visual tiene más de una manera de interpretar el estímulo, de manera que va y viene entre las diversas posibilidades. El mismo tipo de inversiones puede verse en la ilusión cara-jarrón que tenemos más abajo: a veces percibe las caras, y a veces el jarrón, aunque nada ha cambiado en la página. Simplemente no se pueden ver las dos al mismo tiempo.



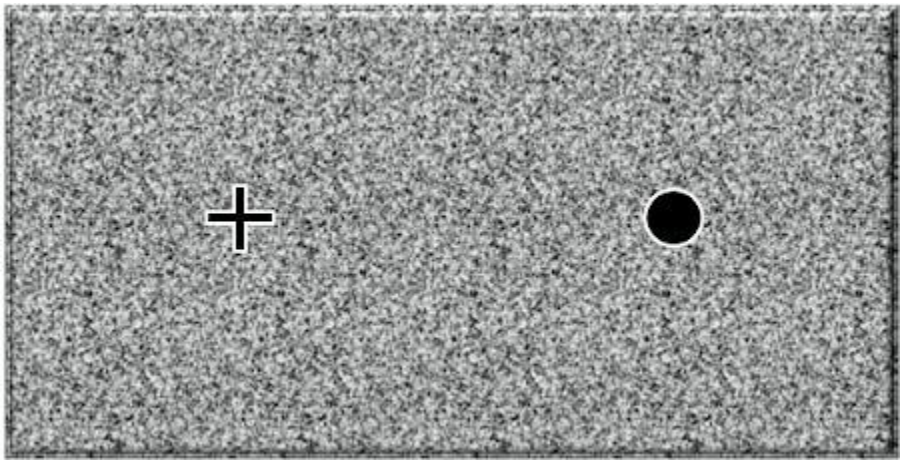
© *astudio*

Hay incluso demostraciones más asombrosas de este principio de la visión activa. El cambio perceptivo sucede si le presentamos una imagen a su ojo izquierdo (pongamos una vaca) y otra diferente al derecho (digamos un avión). No puede ver las dos al mismo tiempo, y tampoco ve una fusión de las dos imágenes; en cambio, ve una, luego la otra, y vuelta a empezar.[26] Su sistema visual hace de árbitro en una batalla entre informaciones conflictivas, y no ve lo que realmente hay ahí fuera, sino más bien sólo una versión momento-a-momento de qué percepción gana a la otra. Aun cuando el mundo exterior no haya cambiado, su cerebro presenta dinámicamente interpretaciones distintas.

Más que interpretar activamente lo que está ahí fuera, el cerebro a menudo va más allá de su deber y se inventa cosas. Consideremos el ejemplo de la retina, la lámina especializada de células fotorreceptoras que hay en la parte posterior del ojo. En 1668, el

[26] Este fenómeno se conoce como rivalidad binocular. Se puede encontrar un resumen en Blake y Logothetis, «Visual competition», y en Tong, Meng y Blake, «Neural bases».

filósofo y matemático francés Edme Mariotte se topó con algo de lo más inesperado: en la retina hay una parte de tamaño considerable que carece de fotorreceptores.[27] El descubrimiento sorprendió a Mariotte, porque el campo visual parece ser continuo: no hay ningún agujero en la visión que corresponda a los fotorreceptores ausentes.



¿O sí? A medida que Mariotte reflexionaba acerca de esta cuestión, se dio cuenta de que *sí* existe un agujero en nuestra visión, lo que con el tiempo se ha conocido como el «punto ciego» de cada ojo. Para demostrárselo, cierre el ojo izquierdo y mantenga el derecho fijo en el signo más de la ilustración de la página anterior.

Acerque y aleje lentamente la página de la cara hasta que el punto negro desaparezca (probablemente cuando la página esté a unos treinta centímetros de distancia). Ya no puede ver la mota negro porque se halla en su punto ciego.

[27] El agujero provocado por la falta de fotorreceptores se da porque el nervio óptico pasa a través de este emplazamiento en la retina, y no deja sitio para las células que detectan la luz. Chance, «Ophthalmology», y Eagleman, «Visual illusions».

No crea que el punto ciego es pequeño. Es enorme. Imagine el diámetro de la luna en el cielo nocturno. Puede meter diecisiete lunas en su punto ciego.

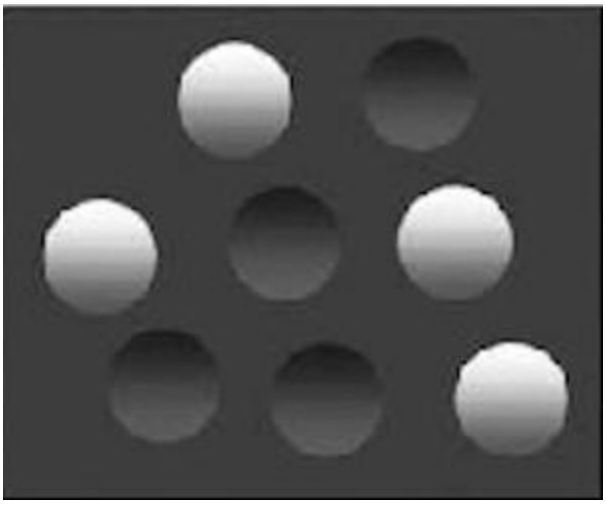
¿Por qué, pues, nadie había observado ese agujero en la visión antes de Mariotte? ¿Cómo es posible que mentes tan brillantes como la de Miguel Ángel, Shakespeare y Galileo vivieran y murieran sin detectar ese hecho básico de la visión? Una de las razones es porque tenemos dos ojos, y los puntos ciegos son distintos y no se solapan; eso significa que con los dos ojos abiertos se cubre completamente la escena. Pero, de manera más significativa, nadie lo había observado porque el cerebro «suple» la información que no proporciona el punto ciego. Observe lo que ve en la posición de la mota cuando está en su punto ciego. Cuando la mota desaparece, en su lugar no percibe un agujero de blancura o negrura; lo que hace el cerebro es *inventar* un dibujo de fondo. Su cerebro, al no recibir información de ese lugar concreto del espacio visual, lo rellena con lo que lo rodea.

Usted no percibe lo que está ahí fuera. Percibe lo que le dice el cerebro.

* * * *

A mediados del siglo XIX, el físico y médico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894) había comenzado a albergar la sospecha de que el flujo de datos que va de los ojos al cerebro es demasiado pequeño para poder explicar la riqueza de la experiencia de la visión. Concluyó que el cerebro debía llevar a cabo algunas suposiciones acerca de los datos de entrada, y que éstas se basaban

en nuestras experiencias anteriores.[28] En otras palabras, con un poco de información, el cerebro hace sus estimaciones para convertirlo en algo más amplio.



Consideremos lo siguiente: basándose en sus experiencias anteriores, su cerebro supone que las escenas visuales están iluminadas por una fuente luminosa procedente de arriba.[29] Así pues, un círculo plano con un sombreado más claro en la parte superior y más oscuro en la parte inferior se verá como abultado; si se invierte el sombreado se percibirá como ahuecado. Si giramos la figura noventa grados, se elimina la ilusión, y queda claro que no son más que círculos planos y sombreados. Pero cuando la figura vuelve a su posición original, es inevitable sentir la ilusión de profundidad.

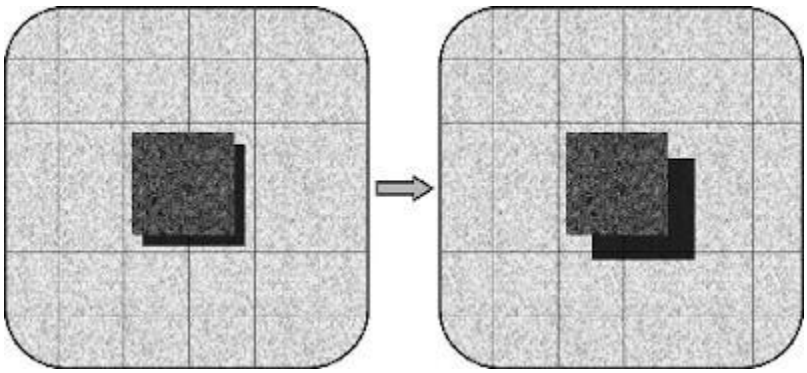
Como resultado de las ideas del cerebro acerca de las fuentes de iluminación, también lleva a cabo suposiciones inconscientes acerca

[28] Helmholtz, *Handbuch*.

[29] Ramachandran, «Perception of shape»

de las sombras: si un cuadrado proyecta una sombra y la sombra de repente se desplaza, creerá que el cuadrado se ha movido en profundidad.[30]

Eche un vistazo a la figura de la página siguiente: el cuadrado no se ha movido en absoluto; el cuadrado oscuro que representa su sombra simplemente se ha dibujado en un lugar distinto. Esto *podría* haber ocurrido porque la fuente de iluminación superior de repente cambiara de posición, pero debido a su experiencia anterior con el sol, que se mueve lentamente, y con la iluminación eléctrica, que está fija, su percepción automáticamente da preferencia a la explicación más verosímil: el objeto se ha acercado a usted.



Helmholtz denominó a este concepto de la visión «inferencia inconsciente», donde la palabra *inferencia* se refiere a la idea de que el cerebro conjetura lo que podría estar ahí fuera, e *inconsciente* nos recuerda que no tenemos conciencia del proceso. No tenemos acceso a la maquinaria rápida y automática que recoge y calcula las estadísticas del mundo. Simplemente somos los beneficiarios que se

[30] Kersten, Knill, Mamassian y Bülthoff, «Illusory motion».

desplazan sobre la maquinaria, disfrutando del juego de luces y sombras.

§. ¿Cómo pueden subir las rocas sin cambiar de posición?

Cuando comenzamos a observar atentamente esa maquinaria, encontramos un complejo sistema de células y circuitos especializados en la parte del cerebro denominada corteza visual. Existe una división del trabajo entre esos circuitos: algunos están especializados en el color, otros en el movimiento, algunos en los bordes, y otros en docenas de atributos distintos. Estos circuitos están densamente interrelacionados, y como grupo llega a ciertas conclusiones. Cuando es necesario, proporcionan un titular para lo que podríamos denominar *La Gaceta de la Conciencia*. El titular informa sólo de que se acerca un autobús o de que alguien nos ha lanzado una sonrisa insinuante, pero no cita las múltiples fuentes. A veces siente la tentación de pensar que ver es fácil *a pesar de* la complicada maquinaria nerviosa que hay debajo. Por el contrario, es fácil *debido a* la complicada maquinaria nerviosa.

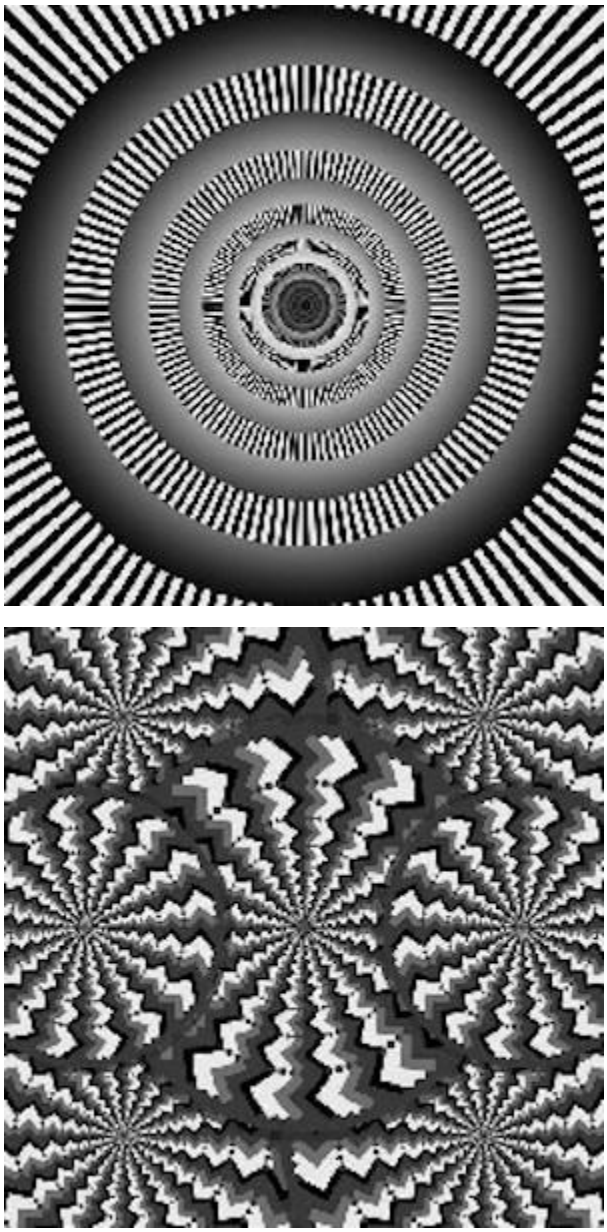
Cuando miramos la maquinaria más de cerca, descubrimos que la visión se puede descomponer en varias partes. Miremos una cascada durante unos minutos; tras desplazar la mirada, los objetos estacionarios, como las rocas cercanas, por un momento parece que suben.[31] Por extraño que parezca, no hay ningún cambio en su posición, aun cuando su movimiento nos resulta evidente. En este caso, la actividad desequilibrada de sus detectores de movimiento

[31] Mather, Verstraten y Anstis, *The Motion Aftereffect*, y Eagleman, «Visual illusions»

(por lo general las neuronas que señalan hacia arriba se equilibran con las neuronas que señalan hacia abajo en una relación de tira y afloja) le permite ver algo que es imposible en el mundo exterior: un movimiento sin cambio de posición. La historia del estudio de esta ilusión –conocida como efectos posteriores de moción o ilusión de cascada– se remonta a Aristóteles. La ilusión muestra que la visión es el producto de diferentes módulos: en este caso, algunas partes del sistema visual insisten (incorrectamente) en que las rocas se mueven, mientras que otras partes insisten en que, como es el caso, no cambian de posición. Como ha demostrado el filósofo Daniel Dennett, el introspector cándido generalmente se basa en la mala metáfora de la pantalla de televisión,[32]donde el moverse-estando-parado no puede ocurrir. Pero el mundo visual del cerebro no se parece en nada a una pantalla de televisión, y el movimiento sin cambio de posición es una conclusión a la que a veces llega.

Hay muchas ilusiones de movimiento sin cambio de posición. La figura de la página siguiente demuestra que las imágenes estáticas pueden dar la impresión de moverse si se estimulan los detectores de movimiento de la manera correcta. Estas ilusiones existen porque el preciso sombreado de los dibujos estimula los detectores de movimiento del sistema visual, y la actividad de estos receptores es equivalente a la percepción de movimiento. Si los detectores de movimiento declaran que algo se mueve ahí fuera, la conciencia lo cree sin más preguntas. Y no solamente lo cree, sino que lo *experimenta*.

[32] Dennett, *Consciousness Explained*.



El movimiento puede verse incluso cuando no hay cambio de posición. a) Las figuras de elevado contraste como éstas estimulan los detectores de movimiento, dando la impresión de que hay un movimiento constante en torno a los anillos. b) De manera parecida, las ruedas en zigzag que vemos aquí parecen girar lentamente. © Fotosearch (izquierda) y Mark Grenier (derecha)

Un ejemplo sorprendente de este principio procede de una mujer que en 1978 sufrió envenenamiento por monóxido de carbono.[33] Por suerte, sobrevivió; por desgracia, sufrió un daño cerebral irreversible que afectó a partes de su sistema visual: concretamente, las regiones que participan en la representación del movimiento. Como el resto de su sistema visual estaba intacto, era capaz de ver sin problema alguno los objetos estacionarios. Podía indicar que allí había una pelota y un poco más allá un teléfono. Pero ya no podía ver el movimiento. Si estaba en una acera intentando cruzar la calle, podía ver que allí había un camión rojo, y que un momento más tarde estaba más cerca, y que poco después había vuelto a alejarse; pero carecía de la sensación de su *movimiento*. Si intentaba verter agua de una jarra, veía la jarra inclinada, a continuación una reluciente columna de agua que colgaba de la jarra, y finalmente un charco de agua en torno al vaso cuando se había desbordado, pero no podía ver el movimiento del líquido. Su vida era una sucesión de instantáneas. Exactamente igual que la ilusión de cascada, su ceguera al movimiento nos revela que, en el cerebro, posición y movimiento se pueden separar. El movimiento «está pintado» en nuestras imágenes del mundo, al igual que está erróneamente pintado en las imágenes de la página anterior.

Un físico piensa en el movimiento como un cambio de posición a través del tiempo. Pero el cerebro posee su propia lógica, y por eso

[33] Baker, Hess y Zihl, «Residual motion»; Zihl, Von Cramon y Mai, «Selective disturbance»; y Zihl, Von Cramon, Mai y Schmid, «Disturbance of movement vision».

pensar en el movimiento como un físico más que como un neurocientífico nos llevará a predicciones erróneas acerca de cómo actúa la gente. Pensemos en los jugadores que juegan de exteriores en el béisbol y atrapan la pelota cuando cae de muy alto. ¿Cómo deciden hacia dónde correr para interceptar la pelota? Probablemente sus cerebros representan dónde está la pelota momento a momento: ahora está allí, ahora un poco más cerca, ahora aún más cerca. ¿Correcto? Error.

Así pues, ¿lo que hacen es calcular la velocidad de la pelota? Error.

¿La aceleración? Error.

Mike McBeath, científico y aficionado al béisbol, se propuso comprender los ocultos cálculos nerviosos que se dan cuando se atrapa una pelota que cae de muy alto.[34] Descubrió que los jugadores que hacen de exteriores utilizan un programa inconsciente que les dice no dónde detenerse, sino simplemente que sigan corriendo. Se mueven de tal manera que el trayecto parabólico de la bola siempre avanza en línea recta desde su punto de vista. Si el trayecto de la pelota parece desviarse de una línea recta, ellos modifican la dirección de su carrera.

Este sencillo programa hace la extraña predicción de que esos jugadores no echan a correr directamente al punto donde va a caer la bola, sino que más bien siguen una trayectoria peculiarmente curva para llegar. Y es exactamente lo que hacen los jugadores, tal como lo verificaron McBeath y sus colegas gracias a un vídeo

[34] McBeath, Shaffer y Kaiser, «How baseball outfielders»

aéreo.[35] Y como esta estrategia de carrera no nos proporciona ninguna información acerca de dónde estará el punto de intersección, sino sólo que hay que seguir moviéndose para llegar, el programa explica por qué los jugadores chocan con las paredes mientras persiguen bolas imposibles de atrapar.

Vemos así que el sistema no necesita representar explícitamente la posición, la velocidad y la aceleración a fin de que el jugador consiga interceptar la pelota. Probablemente no es eso lo que un físico habría predicho. Y eso nos hace comprender que la introspección no sabe gran cosa de lo que ocurre entre bastidores. Grandes jugadores como Ryan Braun o Matt Kemp no tienen ni idea de que obedecen esos programas; simplemente disfrutan de las consecuencias y de ingresar en el banco los cheques resultantes.

§. Aprender a ver

Cuando Mike May tenía tres años, una explosión química lo dejó completamente ciego. Eso no le impidió convertirse en el mejor esquiador de velocidad ciego del mundo, en hombre de negocios y padre de familia. Cuarenta y tres años después de que la explosión le privara de la vista, oyó hablar de una nueva técnica quirúrgica que podría devolvérsela. Aunque había triunfado a pesar de ser ciego, decidió someterse a la operación.

Después de la intervención le quitaron las vendas de los ojos. Acompañado de un fotógrafo, Mike se sentó en una silla mientras

[35] Resulta que los pilotos de cazas utilizan este mismo algoritmo en tareas de persecución, al igual que los peces y los sírfidos. Pilotos: O'Hare, «Introduction»; pescado: Lanchester y Mark, «Pursuit and prediction»; y sírfidos: Collett y Land, «Visual control».

hacían entrar a sus dos hijos. Era un gran momento. Sería la primera vez que viera sus caras con sus ojos dotados de vista. En la fotografía resultante, Mike luce una sonrisa simpática pero incómoda mientras sus hijos lo miran rebosantes de alegría.

Se suponía que la escena tenía que ser conmovedora, pero no lo fue. Había un problema. Los ojos de Mike funcionaban perfectamente, pero él observaba los objetos que tenía delante con total perplejidad. Su cerebro no sabía qué hacer con tal aluvión de estímulos. No experimentaba las caras de sus hijos; experimentaba tan sólo sensaciones de bordes de colores y luces imposibles de interpretar. Aunque sus ojos funcionaban, no tenía *visión*.[36]

Y ello ocurre porque el cerebro tiene que *aprender* a ver. Las extrañas tormentas eléctricas que ocurren en el interior del cráneo a oscuras se convierten en resúmenes conscientes tras un largo proceso de comprender cómo los objetos del mundo concuerdan con lo que nos indican los sentidos. Consideremos la experiencia de recorrer un pasillo. Mike sabía por su experiencia anterior de caminar por los pasillos que las paredes discurren paralelas hasta el final a un brazo de distancia. De manera que cuando recuperó la visión, el concepto de líneas en perspectiva que convergen estaba más allá de su capacidad de comprensión. Para su cerebro no tenía sentido.

De manera parecida, cuando yo era niño conocí a una mujer ciega y me quedé estupefacto de lo bien que conocía la disposición de las habitaciones y el mobiliario. Le pregunté si sería capaz de dibujar el

[36] Kurson, *Crashing Through*.

plano con mayor exactitud que la mayor parte de la gente que ve. Su respuesta me sorprendió: me dijo que *no* sería capaz de dibujar un plano, porque no comprendía cómo la gente que veía convertía tres dimensiones (la habitación) en dos (un trozo plano de papel). Para ella, la idea simplemente no tenía sentido.[37]

La visión *existe* simplemente cuando una persona se enfrenta al mundo con unos ojos sanos. Hay que aprender a interpretar las señales electroquímicas que fluyen por los nervios ópticos. El cerebro de Mike no comprendía cómo sus propios movimientos transformaban las consecuencias sensoriales. Por ejemplo, cuando mueve la cabeza hacia la izquierda, la escena se desplaza a la derecha. El cerebro de la gente que ve ya se lo espera y sabe cómo hacer caso omiso. Pero el cerebro de Mike estaba desconcertado ante esas extrañas relaciones. Y esto ilustra un punto clave: la experiencia consciente de la visión se da sólo cuando existe una predicción exacta de consecuencias sensoriales,[38] un punto al que regresaré en breve. Así pues, aunque la visión *parece* sólo la interpretación de algo que está objetivamente ahí fuera, tiene un coste. Hay que aprenderla.

Tras varias semanas moviéndose de aquí para allá, quedándose mirando las cosas, chocando con las sillas, examinando la plata, frotando la cara de su mujer, Mike consiguió tener la experiencia de

[37] Debería observarse que algunos ciegos pueden convertir el mundo que perciben en dibujos de dos o tres dimensiones. Sin embargo, imagino que para ellos dibujar las líneas convergentes de un pasillo es un ejercicio cognitivo diferente de la inmediata experiencia sensorial de la gente con visión.

[38] Noë, *Action in Perception*.

la visión tal como la tenemos nosotros. Ahora la experimenta igual que usted. Sólo que la aprecia un poco más.

* * * *

La historia de Mike demuestra que el cerebro puede recoger un torrente de impulsos y aprender a interpretarlos. ¿Pero implica eso la extrañísima predicción de que puedes *sustituir* un sentido por otro? En otras palabras, si cogieras un flujo de datos procedentes de una cámara de vídeo y lo convirtieras en una entrada para un sentido distinto –el tacto o el gusto, digamos–, ¿serías capaz con el tiempo de ver el mundo de ese modo? Por increíble que parezca, la respuesta es sí, y las consecuencias son profundas, tal como vamos a ver.

§. Ver con el cerebro

En los años sesenta, el neurocientífico Paul Bach-y-Rita, de la Universidad de Wisconsin, comenzó a reflexionar sobre el problema de cómo dar visión a los ciegos.[39] Su padre acababa de recuperarse milagrosamente de una apoplejía, y Paul estaba cautivado por la posibilidad de reconfigurar dinámicamente el cerebro.

Había una cuestión que le preocupaba cada vez más: ¿podía reemplazar el cerebro un sentido por otro? Bach-y-Rita decidió intentar presentar una «muestra» táctil a los ciegos.[40] La idea era la siguiente: colocar una cámara de vídeo en la frente de una persona y convertir la información en vídeo que entraba en una serie de

[39] P. Bach-y-Rita, «Tactile sensory substitution studies».

[40] Bach-y-Rita, Collins, Saunders, White y Scadden, «Vision substitution».

diminutas vibraciones adosadas a su espalda. Imaginemos que nos ponemos ese dispositivo y caminamos por una habitación con los ojos vendados. Al principio sentirá una extraña pauta de vibraciones en la zona lumbar. Aunque las vibraciones cambian en estrecha relación con sus movimientos, le será bastante difícil averiguar qué está ocurriendo. En cuanto se dé con la espinilla contra la mesita baja, pensará: «No hay nada como poder ver.»

¿O sí? Cuando a un sujeto ciego se le colocan estas gafas de sustitución visual-táctiles y las lleva durante una semana, aprende bastante bien a moverse en un nuevo entorno. Puede traducir las sensaciones de su espalda y aprender a moverse con ellas. Pero ésa no es la parte más asombrosa. Lo increíble es que realmente comienza a percibir la entrada, a *ver* con ella. Con un poco de práctica, la entrada táctil se convierte en algo más que un rompecabezas cognitivo que hay que traducir; se convierte en una sensación directa.[41]

Si le parece extraño que las señales nerviosas que proceden de la espalda puedan representar la visión, tenga en cuenta que su propio sentido de la visión obedece a millones de señales nerviosas que viajan por cables distintos. Su cerebro está sumido en una negrura absoluta dentro de la bóveda de su cráneo. No *ve*nada. Todo lo que sabe es que existen esas pequeñas señales, y nada más. Y sin embargo usted percibe el mundo en todos los tonos de brillo y color. Su cerebro está a oscuras, pero su mente construye luz.

[41] Para un análisis y una síntesis de estos estudios, véase Eagleman, *Live-Wired*. Hoy en día la visualización táctil se hace comúnmente con una retícula de electrodos colocados directamente en la lengua. Véase Bach-y-Rita, Kaczmarek, Tyler y Garcia-Lara, «Form perception».

Al cerebro le da igual de dónde procedan esos pulsos: de los ojos, los oídos, o de donde sea. Siempre y cuando se correlacionen de una manera coherente con sus movimientos mientras empuja, golpea y da patadas a las cosas, su cerebro puede construir la percepción directa que denominamos visión.[42]

En la actualidad se están investigando otras sustituciones sensoriales.[43] Consideremos a Eric Weihenmayer, practicante de la escalada extrema, que se dedica a trepar por peligrosas caras de una roca impulsando su cuerpo hacia arriba y agarrándose a cornisas precariamente superficiales. A sus proezas hay que añadir el hecho de que es ciego. Nació con una rara enfermedad ocular llamada retinosquisis, que le dejó ciego cuando tenía trece años. Sin embargo, no permitió que eso acabara con su sueño de ser montañero, y en 2001 fue la primera (y hasta el momento única) persona ciega en escalar el Everest. Hoy en día escala con una red de seiscientos diminutos electrodos en la boca, algo denominado BrainPort.[44] Este dispositivo le permite *ver con la lengua* mientras escala. Aunque la lengua normalmente es un órgano del gusto, su humedad y entorno químico la convierten en un excelente interfaz cerebral cuando se coloca una cosquilleante red de electrodos en su superficie.[45] La red traduce la entrada de vídeo en pautas de pulsos

---

[42] Eagleman, *Live-Wired*.

[43] C. Lenay, O. Gapenne, S. Hanneton, C. Marque y C. Genouel, «Sensory substitution: Limits and perspectives», en *Touching for Knowing, Cognitive Psychology of Haptic Manual Perception* (Ámsterdam: John Benjamins, 2003), 275-292, y Eagleman, *Live-Wired*.

[44] El BrainPort lo fabrica Wicab, Inc., una empresa fundada por un pionero de la plasticidad, Paul Bach-y-Rita.

[45] Bach-y-Rita, Collins, Saunders, White y Scadden, «Vision substitution»; Bach-y-Rita, «Tactile sensory substitution studies»; Bach-y-Rita, Kaczmarek, Tyler y Garcia-Lara, «Form perception»;

eléctricos, lo que permite que la lengua discierna cualidades generalmente atribuidas a la visión, como la distancia, la forma, la dirección del movimiento y el tamaño. El aparato nos recuerda que no vemos con los ojos, sino más bien con el cerebro. La técnica se desarrolló originariamente para ayudar a los ciegos como Eric, pero aplicaciones más recientes introducen entradas de sonar o de infrarrojos en la red de la lengua y permiten a los submarinistas ver en aguas turbias y a los soldados poseer una visión de 360 grados en la oscuridad.[46]

Eric cuenta que aunque al principio percibió los estímulos en la lengua como bordes y formas inidentificables, rápidamente aprendió a reconocer la estimulación a un nivel más profundo. Ahora es capaz de coger una taza de café o de jugar al fútbol con su hija.[47]

Si ver con la lengua parece extraño, piensen en la experiencia de un ciego que aprende a leer Braille. Al principio no son más que protuberancias, pero, con el tiempo, esas protuberancias acaban teniendo sentido. Si les cuesta imaginar la transición del rompecabezas cognitivo a la percepción directa, piensen en la manera en que están leyendo las letras de esta página. Sus ojos pasan sin esfuerzo por estas formas elaboradas sin conciencia alguna de que las están traduciendo: el significado de las palabras le resulta simplemente evidente. Percibe el lenguaje, no los detalles

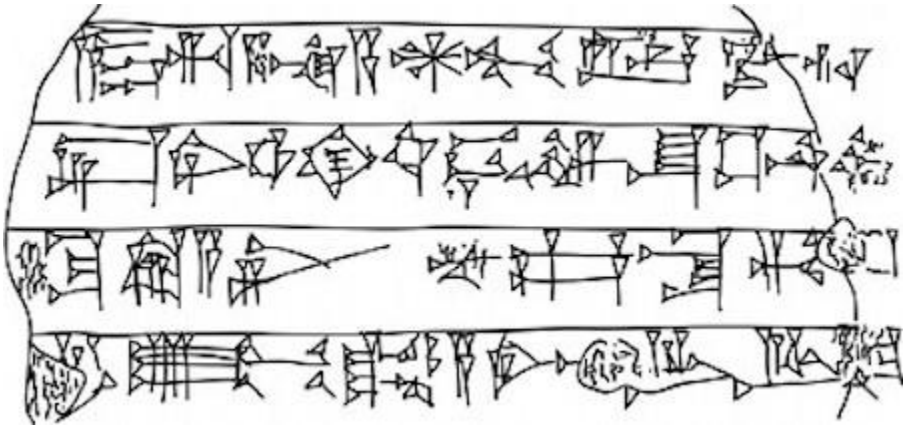
---

M. Ptito, S. Moesgaard, A. Gjedde y R. Kupers, «Cross-modal plasticity revealed by electrotactile stimulation of the tongue in the congenitally blind», *Brain*, 128 (2005): 606-614; y Bach-y-Rita, «Emerging concepts of brain function», *Journal of Integrative Neuroscience*, 4 (2005): 183-205.

[46] Yancey Hall, «Soldiers may get "sight" on tips of their tongues», *National Geographic News*, 1 de mayo de 2006.

[47] B. Levy, «The blind climber who "sees" with his tongue», *Discover*, 23 de junio de 2008.

elementales de los grafemas. Para comprender este punto, intente leer lo siguiente:



Si fuera usted un sumerio de la Antigüedad, comprendería el significado enseguida: los dibujos de la tablilla se convertirían enseguida en significado sin conciencia alguna de las formas que actúan de mediadores. Y el significado de la frase siguiente se comprende de inmediato si es usted de Jinghong, China (pero no de otras regiones de China):

ყθ Ɛʂƍɯɔƍƍ ɑɑყɑ Ɛɔɔ ϑƷʂ ƍɯƍƐɑɐ ʊʂʂɑɑɔɔ ʂʂɐ Ɛɔɔ ƈ.

La frase siguiente resulta hilarante si es lector del idioma baluchi, del noroeste de Irán:

توامیں انسان بنی صورتۂ شرپداریں ۂ آجونیں دروشمۂ ودی بنت ایں۔ اشاتی تہا زانت، سرپدی

ۂ شعور است بیت ۔اے وت ما وتا براتی منیل ۂ یکجائیۂ بہ ودین انت۔

Para el lector de la escritura cuneiforme, el nuevo tai lue, o el baluchi, el resto de la escritura en español de esta página le resulta tan ajeno e ininterpretable como sus lenguajes para usted. Pero estas letras no le suponen ningún esfuerzo, porque usted ya ha convertido la tarea de la traducción cognitiva en percepción directa.

Lo mismo ocurre con las señales eléctricas que llegan al cerebro: al principio no tienen sentido, pero con el tiempo lo van adquiriendo. Del mismo modo que usted «ve» inmediatamente el significado de estas palabras, su cerebro «ve» un aluvión regulado de señales eléctricas y químicas como si fuera, digamos, un caballo galopando entre pinos cubiertos de nieve. Para el cerebro de Mike May, las letras nerviosas que llegan todavía necesitan traducción. Las señales visuales generadas por el caballo son arrebatos de actividad ininterpretables, ofrecen pocas indicaciones, si es que ofrecen alguna, de lo que hay fuera; las señales que aparecen en su retina son como las letras del baluchi que hay que traducir una por una. En el caso del cerebro de Eric Weihenmayer, la lengua le envía mensajes en nuevo tai lue, sólo que con suficiente práctica su cerebro aprende a comprender el lenguaje. En ese punto, su comprensión del mundo visual es tan directa como las palabras de su lengua nativa.

He aquí una asombrosa consecuencia de la plasticidad del cerebro: en el futuro puede que seamos capaces de introducir otro tipo de flujos de datos directamente en el cerebro, tales como la visión por infrarrojos o ultravioleta, o incluso datos climatológicos o de la

bolsa.[48] Al principio al cerebro le costará asimilar los datos, pero finalmente aprenderá a hablar el lenguaje. Seremos capaces de añadir una nueva funcionalidad y desarrollar un Cerebro 2.0.

Esta idea no es ciencia ficción; el trabajo ya ha empezado. Recientemente, los investigadores Gerald Jacobs y Jeremy Nathans cogieron el gen del fotopigmento humano –una proteína de la retina que absorbe la luz de una longitud de onda concreta– y lo injertaron en ratones ciegos al color.[49] ¿Y cuál fue el resultado? La visión del color. Los ratones ahora distinguían los distintos colores. Imagine que les otorga una tarea en la que pueden obtener una recompensa apretando un botón azul, junto al cual hay otro rojo que si lo aprietan no da ninguna recompensa. En cada prueba cambia la posición de los botones. El ratón modificado aprende a escoger el botón azul, mientras que los ratones normales no pueden distinguir los botones, de ahí que los elijan al azar. Los cerebros de los nuevos ratones han aprendido a escuchar el nuevo dialecto que hablan sus ojos.

---

[48] Hawkins, *On Intelligence*, y Eagleman, *Live-Wired*.

[49] Gerald H. Jacobs, Gary A. Williams, Hugh Cahill y Jeremy Nathans, «Emergence of novel color vision in mice engineered to express a human cone photopigment», *Science*, 23 (2007): vol. 315, n.º 5819, 1723-1725. Para una opinión desdeñosa de la interpretación de los resultados, véase Walter Makous, «Comment on "Emergence of novel color vision in mice engineered to express a human cone photopigment"», *Science* (2007): vol. 318, n.º 5848, 196, donde argumenta que es imposible concluir gran cosa de la experiencia interna de los ratones, una condición previa para afirmar que experimentaban visión del color en contraposición a diferentes niveles de luz y oscuridad. Sea cual sea la experiencia interna de los ratones, queda claro que sus cerebros han integrado la información de los nuevos fotopigmentos y son capaces de discriminar rasgos que antes no podían. Resulta importante observar que esta técnica es ahora posible en macacos de la India, un método que debería abrir la puerta a formular unas preguntas detalladas y correctas acerca de la percepción.

En el laboratorio natural de la evolución encontramos un fenómeno afín en los seres humanos. Al menos el 15 % de las mujeres poseen una mutación genética que les proporciona un tipo de fotorreceptor extra del color (el cuarto), lo que les permite discriminar entre colores que nos parecen idénticos a la mayoría, que sólo poseemos tres tipos de fotorreceptores del color.[50] Esas mujeres son capaces de distinguir dos muestras de color que a la mayoría nos parecerían idénticas. (Nadie ha determinado qué tanto por ciento de las polémicas del mundo de la moda proceden de esta mutación.)

Así pues, el poder introducir otro tipo de datos en el cerebro no es una idea teórica; ya existen varias formas. Podría parecer sorprendente lo fácil que resulta operar con nuevos tipos de datos, aunque, tal como lo resumió Paul Bach-y-Rita tras décadas de investigación: «No hay más que darle la información al cerebro y él acaba descifrándola.»

Si lo que acaba de leer ha cambiado su idea de cómo percibimos la realidad, abróchese el cinturón, porque lo que viene ahora es aún más extraño. Ahora descubriremos por qué ver tiene poca relación con los ojos.

§. La actividad interior

La idea que tradicionalmente se enseña de la percepción nos dice que los datos del sensorio llegan al cerebro, recorren la jerarquía sensorial, y a partir de ahí son vistos, oídos, olidos, saboreados o palpados: «percibidos». Pero si examinamos los datos más

[50] Jameson, «Tetrachromatic color vision»

lentamente vemos que esto es incorrecto. El cerebro es más bien un sistema cerrado que opera siguiendo su propia actividad generada internamente.[51] Ya tenemos muchos ejemplos de este tipo de actividad: por ejemplo, la respiración, la digestión y el caminar están controlados por generadores de actividad autónomos situados en su tallo cerebral y su médula espinal. Cuando soñamos, el cerebro se ve aislado de su entrada normal, de manera que la activación interna es la única fuente de estimulación cortical. En el estado de vigilia, la actividad interna es la base de la imaginación y las alucinaciones.

El aspecto más sorprendente de este marco de referencia es que los datos internos no son *generados* por datos sensoriales externos, sino tan sólo *modelados* por ellos. En 1911, el montañero y neurofisiólogo escocés Thomas Graham Brown mostró que el programa para mover los músculos a la hora de caminar está incorporado a la maquinaria de la médula espinal.[52] Cortó los nervios sensoriales de las patas de un gato y demostró que el gato podía caminar sobre una cinta continua perfectamente bien. Esto indicaba que el programa para caminar es generado internamente en la médula espinal y que la retroalimentación sensorial de las piernas se utilizaba tan sólo para *modular* el programa; cuando, por ejemplo, el gato pisaba una superficie resbaladiza y necesitaba mantenerse erguido.

---

[51] Llinás, *I of the Vortex*.

[52] Brown, «The intrinsic factors». Aunque Brown era bien conocido en la década de 1920 por sus experimentos pioneros de neurofisiología, fue aún más conocido en los años treinta por sus mundialmente famosas expediciones de montañismo y el descubrimiento de nuevas rutas hacia la cumbre del Mont Blanc.

El gran secreto del cerebro es que no sólo la médula espinal funciona así, sino todo el sistema nervioso central: la actividad generada internamente viene modulada por la entrada sensorial. Desde esta perspectiva, la diferencia entre estar despierto y dormido consiste simplemente en que los datos que llegan procedentes de los ojos *anclan* la percepción. La visión cuando dormimos (el soñar) es la percepción totalmente desvinculada del mundo real; la percepción de la vigilia es algo parecido a soñar, pero un poco más vinculada a lo que tenemos delante. Otros ejemplos de percepción no anclada se encuentran en presos confinados a solas en un oscuridad completa, o en la gente que se halla en cámaras de privación sensorial. Ambas situaciones conducen rápidamente a alucinaciones.

El 10% de la gente con enfermedades oculares y pérdida visual experimenta alucinaciones visuales. En el extrañísimo trastorno conocido como síndrome de Charles Bonnet, la gente que pierde la vista empieza a ver cosas –como flores, pájaros, otras personas, edificios– que saben que no son reales. Bonnet, un filósofo suizo que vivió a principios del siglo XVIII, fue el primero en describir este fenómeno al observar que su abuelo, que estaba perdiendo la vista por culpa de las cataratas, intentaba interactuar con objetos y animales que no estaban presentes físicamente.

Aunque el síndrome aparece documentado desde hace siglos, se diagnostica poco por dos razones. La primera es que muchos médicos no lo conocen y atribuyen sus síntomas a la demencia. El segundo es que las personas que experimentan alucinaciones se sienten desconcertadas al saber que su escena visual es, al menos

parcialmente, la moneda falsa de su cerebro. Según varios estudios, casi ninguno menciona sus alucinaciones a su médico por miedo a que les diagnostiquen una enfermedad mental.

Por lo que se refiere a los clínicos, lo que más importa es si el paciente puede llevar a cabo una prueba de realidad y saber que está alucinando; si es así, a esa visión se la califica de *pseudo alucinación*. Naturalmente, a veces es bastante difícil saber si uno está alucinando. En este momento podría alucinar que ve una pluma de plata sobre su escritorio y jamás sospechar que no es real simplemente porque su presencia es verosímil. Es fácil detectar una alucinación sólo cuando es algo extravagante. Por lo que sabemos, estamos alucinando siempre.

Tal como hemos visto, lo que denominamos percepción normal no difiere realmente de las alucinaciones, a excepción de que estas últimas no están ancladas por entradas externas. Las alucinaciones son simplemente una visión no sujeta a nada.

Colectivamente, estos extraños hechos nos ofrecen una sorprendente manera de explorar el cerebro, como estamos a punto de ver.

* * * *

Las primeras ideas acerca del funcionamiento del cerebro se basaban directamente en la analogía con el ordenador: todo cerebro era un dispositivo de entrada-salida que desplazaba la información sensorial a través de diferentes fases de procesado hasta que llegaba a un punto final.

Pero este modelo de línea de montaje comenzó a verse con suspicacia al descubrirse que los circuitos del cerebro no van simplemente de A a B y a C: hay bucles de retroalimentación de C a B, de C a A, y de B a A. En todo el cerebro hay retroalimentación hacia delante y hacia atrás: un rasgo de los circuitos cerebrales que técnicamente se denomina recurrencia y coloquialmente circularidad.[53] El sistema se parece mucho más a un mercado que a una línea de montaje. Para el observador atento, estos rasgos del circuito nervioso inmediatamente suscitan la posibilidad de que la percepción visual no sea un desfile de datos que comienza en los ojos y acaba en algún misterioso punto final al fondo del cerebro.

De hecho, las conexiones de retroalimentación encapsuladas son tan amplias que el sistema incluso puede ir hacia atrás. Es decir, contrariamente a la idea de que las zonas sensoriales primarias simplemente convierten los datos de entrada en interpretaciones sucesivamente más complejas para la siguiente área superior del cerebro, las áreas superiores también hablan directamente a las inferiores. Por ejemplo: cierre los ojos e imagine a una hormiga caminando sobre un mantel rojo y blanco en dirección a un tarro de gelatina morada. Las partes inferiores de su sistema visual se iluminan de actividad. Aun cuando no vea realmente la hormiga, la está viendo en los ojos de la mente. Las áreas superiores impulsan las inferiores. Así pues, aunque los ojos alimenten estas zonas cerebrales inferiores, la interconexión del sistema significa que estas áreas actúan del mismo modo en la oscuridad.

---

[53] Bell, «Levels and loops»

Y la cosa es aún más extraña. Debido a esta rica dinámica de mercado, los diferentes sentidos se influyen unos a otros, transformando lo que pensamos que está ahí fuera. Lo que entra por los ojos no es sólo cosa del sistema visual: el resto del cerebro también participa. En la ilusión del ventrílocuo, el sonido procede de un lugar (la boca del ventrílocuo), pero sus ojos ven una boca que se mueve en otro sitio (es la del muñeco del ventrílocuo). Su cerebro concluye que el sonido procede directamente de la boca del muñeco. Los ventrílocuos no «proyectan» su voz. El cerebro del espectador hace todo el trabajo.

Tomemos como ejemplo el efecto McGurk: cuando el sonido de una sílaba *(ba)* se sincroniza con imágenes en vídeo de movimientos de labios que pronuncia una sílaba distinta *(ga),* se produce la poderosa ilusión de que estaba oyendo una tercera sílaba *(da).* Ello resulta de la densa interconectividad y circularidad del cerebro, que permite que las pistas que nos dan la voz y el movimiento de los labios se combinen en una primera fase de procesado.[54]

La visión generalmente domina sobre el oído, pero un ejemplo de lo contrario es el efecto del destello ilusorio: cuando un lugar en el que hay un destello se acompaña de dos pitidos, parece que haya dos destellos.[55] Esto tiene que ver con otro fenómeno denominado «impulso auditivo», en el que la velocidad aparente de una luz que parpadea se vuelve más rápida o más lenta si va acompañada de un

[54] McGurk y MacDonald, «Hearing lips», y Schwartz, Robert-Ribes y Escudier, «Ten years after Summerfield».

[55] Shams, Kamitani y Shimojo, «Illusions».

pitido que suena a una velocidad diferente.[56] Ilusiones simples como éstas nos son de gran ayuda para investigar los circuitos nerviosos, y nos revelan que los sistemas visual y auditivo están profusamente entrelazados en su intento de relatar una historia unificada de lo que ocurre en el mundo. El modelo de línea de montaje de la visión en los libros de texto introductorios no es simplemente engañoso, es totalmente erróneo.

* * * *

Así pues, ¿cuál es la ventaja de un cerebro con un circuito circular? En primer lugar, permite que un organismo vaya más allá del comportamiento de estímulo-respuesta, y le otorga la capacidad de hacer predicciones que se adelantan a las entradas sensoriales. Pensemos en cuando se intenta atrapar una bola alta en el béisbol. Si tan sólo dispusiéramos de un dispositivo de línea de montaje, no podríamos hacerlo: habría una demora de cientos de milisegundos desde el momento en que la luz impacta en la retina hasta que usted ejecuta un comando motor. La mano siempre intentaría alcanzar el lugar en el que la pelota *estuvo*. Somos capaces de atrapar la pelota sólo porque poseemos modelos internos de física profundamente integrados.[57] Estos modelos internos generan expectativas acerca de dónde y cuándo aterrizará la pelota teniendo

[56] Gebhard y Mowbray, «On discriminating»; Shipley, «Auditory flutterdriving»; y Welch, Duttonhurt y Warren, «Contributions».

[57] Tresilian, «Visually timed action»; Lacquaniti, Carrozzo y Borghese, «Planning and control of limb impedance»; Zago et al., «Internal models»; McIntyre, Zago, Berthoz y Lacquaniti, «Does the brain model Newton's laws?»; Mehta y Schaal, «Forward models»; Kawato, «Internal models»; Wolpert, Ghahramani y Jordan, «An internal model»; y Eagleman, «Time perception is distorted during visual slow motion», Society for Neuroscience, resumen, 2004.

en cuenta los efectos de la aceleración gravitacional.[58] Los parámetros de los modelos internos de previsión se aprenden después de toda una vida experimentando las leyes habituales de la tierra. De este modo, nuestro cerebro no actúa basándose tan sólo en los últimos datos sensoriales, sino que construye predicciones acerca de dónde va a ir a parar la pelota.

Éste es un ejemplo específico del concepto más amplio de los modelos internos del mundo exterior. El cerebro simula internamente lo que sucedería si lleváramos a cabo una acción bajo condiciones específicas. Los modelos no sólo desempeñan un papel en los actos motores (como coger o esquivar), sino que también son la base de la *percepción* consciente. Ya en la década de 1940, los pensadores comenzaron a contemplar la idea de que la percepción no funciona acumulando fragmentos de datos captados, sino más bien cotejando expectativas con los datos sensoriales de entrada.[59]

Por extraño que pueda parecer, este marco de referencia se inspiró en la observación de que nuestras expectativas influyen en lo que vemos. ¿No me cree? Intente discernir lo que hay en la figura de la página siguiente. Si su cerebro no posee una expectativa previa de lo que significan las manchas, simplemente ve manchas. Tiene que haber una correspondencia entre sus expectativas y los datos que entran para que pueda «ver» algo.

---

[58] MacKay, «Towards an information-flow model»; Kenneth Craik, *The Nature of Explanation* (Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1943); Grush, «The emulation theory». Véase también Kawato, Furukawa y Suzuki, «A hierarchical neural-network model»; Jordan y Jacobs, «Hierarchical mixtures of experts»; Miall y Wolpert, «Forward models»; y Wolpert y Flanagan, «Motor prediction».

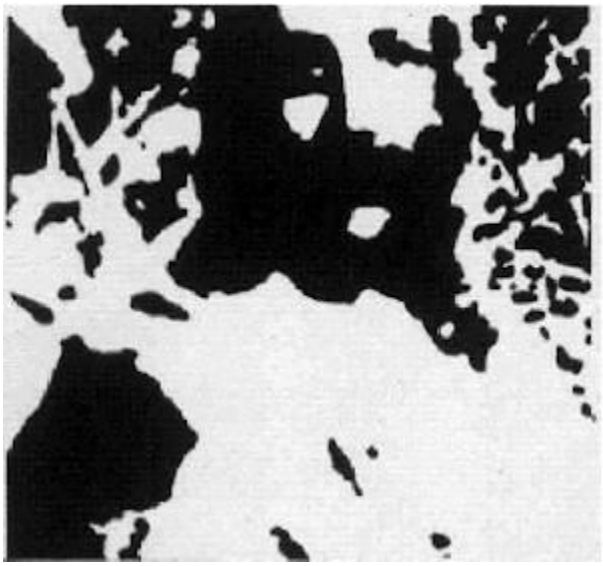
[59] Grossberg, «How does a brain...?»; Mumford, «On the computational architecture»; Ullman, «Sequence seeking»; y Rao, «An optimal estimation approach».

Uno de los primeros ejemplos de este marco de referencia vino del neurocientífico Donald MacKay, que en 1956 propuso que la corteza visual es fundamentalmente una máquina cuyo trabajo consiste en generar un modelo del mundo.[60] Sugirió que la corteza visual primaria constituye un modelo interno que permite anticipar los datos que llegan de la retina (véase una guía anatómica en el apéndice). La corteza envía sus predicciones al tálamo, que informa de la *diferencia* entre lo que entra por los ojos y lo que se preveía. El tálamo devuelve a la corteza sólo la información de esa diferencia, es decir, lo que no se había predicho. Esta información no predicha ajusta el modelo interno a fin de que en el futuro no haya discrepancias. De este modo, el cerebro refina su modelo del mundo prestando atención a sus errores. MacKay señaló que este modelo es coherente con el hecho anatómico de que hay diez veces más fibras que se proyectan de la corteza visual primaria al tálamo visual que las que van en dirección contraria: justo lo que esperaría si las detalladas expectativas fueran enviadas de la corteza al tálamo y la información hacia delante representara sólo una pequeña señal que transportara la diferencia.

Lo que todo esto nos dice es que la percepción refleja la comparación activa de entradas sensoriales con las predicciones internas. Y esto nos proporciona una manera de comprender un concepto más amplio: la conciencia de su entorno ocurre sólo cuando las entradas sensoriales *transgreden* las expectativas. Cuando la predicción del mundo resulta acertada, la conciencia no

[60] MacKay, «The epistemological problem».

es necesaria porque el cerebro hace bien su trabajo. Por ejemplo, cuando aprende a montar en bicicleta hace falta una gran concentración de la conciencia; al cabo de cierto tiempo, cuando se han perfeccionado sus predicciones sensoriales y motoras, el montar es algo totalmente inconsciente. No quiero decir con ello que no se dé cuenta de que está montando en bicicleta, sino que *no* se da cuenta de cómo sujeta el manillar, aplica presión a los pedales y balancea el torso. A partir de una amplia experiencia, su cerebro sabe exactamente qué esperar cuando ejecuta sus movimientos. De manera que no es consciente de los movimientos ni de las sensaciones a menos que algo cambie, como que se levante un fuerte viento o se deshinche una rueda. Cuando estas nuevas situaciones transgreden sus expectativas normales, aparece la conciencia y ajusta su modelo interno.



Una demostración del papel de las expectativas en la percepción. Al principio, estas manchas generalmente no tienen sentido para el

observador, y sólo después de darle alguna pista la imagen adquiere sentido. (No se preocupe si siguen pareciéndole sólo manchas; en este mismo capítulo le daremos una pista.) De Ahissar y Hochstein, 2004. © Elsevier

El hecho de que entre sus propios actos y las sensaciones resultantes exista una relación predecible es la razón por la que no puede hacerse cosquillas a usted mismo. Otras personas pueden hacerle cosquillas porque sus maniobras no son predecibles. Y si realmente es algo que le gustaría, hay maneras de eliminar la previsibilidad de sus propios actos para que pueda hacerse cosquillas. Imagine que controla la posición de una pluma con una palanca de mando de efecto retardado: cuando mueve el mando, pasa un segundo al menos hasta que se mueva la pluma. Esto elimina la previsibilidad y le garantiza la capacidad de hacerse cosquillas. Resulta interesante observar que los esquizofrénicos pueden hacerse cosquillas porque tienen un problema de sincronización que no les permite que sus actos motores y las sensaciones resultantes se den en la secuencia correcta.[61]

Reconocer el cerebro como un sistema circular, con su propia dinámica interna, nos permite comprender otros trastornos

[61] Véase Blakemore, Wolpert y Frith, «Why can't you tickle yourself?» para más detalles acerca de las cosquillas. De manera más general, el contravenir las expectativas puede informar al cerebro acerca de la responsabilidad; es decir, ¿esta acción la he causado yo u otra persona? Las alucinaciones esquizofrénicas pueden surgir de un fallo a la hora de hacer corresponder las expectativas de los propios actos motores con las señales sensoriales resultantes. El no poder distinguir los propios actos de los agentes independientes significa que el paciente atribuye sus voces internas a otra persona. Para más detalles acerca de esta idea, véase Frith y Dolan, «Brain mechanisms».

singulares. Tomemos el síndrome de Anton, por ejemplo, un trastorno en el que una apoplejía deja ciega a una persona... y el paciente *niega* su ceguera.[62] Un grupo de médicos permanece en torno a su cama y le pregunta: «Señora Johnson, ¿cuántos médicos estamos presentes?», y ella, con mucha seguridad, contesta: «Cuatro», aun cuando de hecho haya siete. Un médico le dice: «Señora Johnson, ¿cuántos dedos le estoy enseñando?» Ella dice: «Tres», aunque de hecho no le enseñe ninguno. Cuando él le pregunta: « ¿De qué color es mi camisa?», ella le contesta que es blanca cuando de hecho es azul. Quienes padecen el síndrome de Antón no *fingen* que no están ciegos; realmente creen que no lo están. Sus respuestas, aunque inexactas, no son mentiras. Ellos experimentan lo que consideran que es la visión, pero está generada internamente. Es frecuente que un paciente que sufre el síndrome de Antón no busque atención médica durante un tiempo después de la apoplejía porque no tiene ni idea de que está ciego. Sólo después de haber chocado con muchos muebles y paredes comienza a tener la impresión de que algo va mal. Aunque las respuestas del paciente parecen extrañas, las podemos comprender como su modelo interno: los datos externos no llegan a los lugares adecuados por culpa de la apoplejía, con lo que la realidad del paciente simplemente es la que genera el cerebro, con muy poca relación con el mundo real. En este sentido, lo que experimenta la mujer no es distinto de soñar, de un viaje con drogas, o una alucinación.

[62] Symonds y MacKenzie, «Bilateral loss of vision».

§. ¿Hasta qué punto vive en el pasado?

No sólo la visión y el oído son construcciones del cerebro. La percepción del tiempo también es una construcción.

Cuando chasquea los dedos, sus ojos y oídos registran información acerca del chasquido, que es procesada por el resto del cerebro. Pero las señales se mueven bastante lentamente en el cerebro, millones de veces más lentas que los electrones que transporta la señal en alambre de cobre, de modo que el procesado nervioso del chasquido lleva su tiempo. En el momento en que lo percibe, el chasquido ya ha pasado. Su mundo perceptivo siempre va detrás del mundo real. En otras palabras, la percepción del mundo es siempre como un programa de televisión en directo (pensemos en *Saturday Night Live)* que *en realidad* no es en directo. De hecho, estos programas se emiten con una demora de unos cuantos segundos, por si alguien utiliza un lenguaje inapropiado, se hace daño o pierde alguna prenda. Lo mismo ocurre con su vida consciente: recoge mucha información antes de emitirla en directo.[63] Más extraño aún es el hecho de que la información auditiva y visual se procesen en el cerebro a velocidades distintas; sin embargo la visión de sus dedos y la audición del chasquido parecen simultáneas. Además, su decisión de chasquear ahora y la acción misma parecen simultáneas con el momento del chasquido. Como para los animales es importante tener una buena sincronización, su cerebro le echa un poco de imaginación a la labor de editado a fin de que las señales se junten de una manera útil.

---

[63] Eagleman y Sejnowski, «Motion integration», y Eagleman, «Human time perception».

El resultado final es que el tiempo es una construcción mental, no un barómetro exacto de lo que ocurre «ahí fuera». Hay una manera de demostrarse a usted mismo que algo extraño ocurre con el tiempo: mírese a los ojos en el espejo y desplace su punto focal adelante y atrás, de manera que se mire el ojo izquierdo, luego el derecho, y luego vuelta a empezar. Sus ojos tardan decenas de milisegundos en moverse de una posición a otra, pero –he ahí el misterio– nunca los ve moverse. ¿Qué sucede en esos vacíos temporales mientras sus ojos se mueven? ¿Por qué su cerebro no se preocupa por las pequeñas ausencias de entrada visual?

Y la duración de un suceso también se puede distorsionar fácilmente. Puede que lo haya observado al mirar un reloj en la pared: el segundero parece quedar congelado durante mucho tiempo antes de moverse de nuevo a su ritmo normal. En el laboratorio, unas manipulaciones sencillas revelan la maleabilidad de la duración. Por ejemplo, imagine que hago aparecer un cuadrado de la pantalla de su ordenador durante medio segundo. Si ahora hago aparecer un segundo cuadrado más grande, pensará que el segundo ha durado más. Lo mismo si hago aparecer un cuadrado que es más brillante. O que se mueve. Percibiremos que todo esto ha tenido una duración más larga que la del cuadrado original.[64]

Para ver otro ejemplo de lo extraño que es el tiempo, considere cómo sabe cuándo llevó a cabo una acción y cuándo percibió las consecuencias. Si fuera ingeniero, podría suponer de manera razonable que lo que hace en el punto temporal 1 tendrá como

[64] Eagleman y Pariyadath, «Is subjective duration...?.

resultado una retroalimentación sensorial en el punto temporal 2. Por lo tanto, le sorprendería descubrir que en el laboratorio podemos hacer que crea que 2 ocurrió antes que 1. Imagine que puede accionar un destello de luz apretando un botón. Imagine ahora que insertamos una pequeña demora –digamos de una décima de segundo– entre el momento en que aprieta el botón y el posterior destello. Después de haber apretado el botón varias veces, su cerebro se adapta a esta demora, de manera que los dos sucesos parecen un poco más cercanos en el tiempo. Una vez se ha adaptado a la demora, le sorprendemos presentando el destello inmediatamente después de apretar el botón. En estas condiciones, creerá que el destello ha ocurrido antes de su acción: experimenta una inversión ilusoria de acción y sensación. Es de suponer que la ilusión refleja una re calibración de la sincronización motor-sensorial que resulta de una expectativa previa de que las consecuencias sensoriales deberían seguir a los actos motores sin demora. La mejor manera de calibrar las expectativas de sincronización de las señales de entrada es interactuar con el mundo: cada vez que una persona da una patada o golpea algo, el cerebro asume que el sonido, la visión y el tacto deben ser simultáneos. Si una de las señales llega con demora, el cerebro adapta sus expectativas para que parezca que ambos sucesos han ocurrido más cerca en el tiempo.

Interpretar la sincronización de las señales sensoriales y motoras no es simplemente un truco de magia del cerebro; es algo crítico para solventar el problema de la causalidad. En el fondo, la causalidad

requiere un criterio de orden temporal: ¿mi acto motor es anterior o posterior a la entrada sensorial? La única manera de solventar este problema de una manera exacta en un cerebro multisensorial es manteniendo bien calibrado el tiempo esperado de las señales, de manera que el «antes» y el «después» se puedan determinar con precisión incluso con diferentes caminos sensoriales de velocidades distintas.

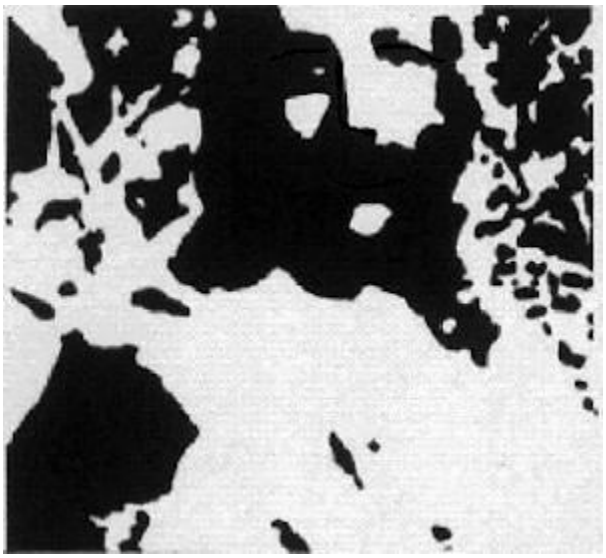
La percepción del tiempo es algo que se somete a investigación en mi laboratorio y en otros, pero la cuestión general que aquí quiero dejar clara es que nuestra sensación del tiempo –cuánto tiempo ha pasado y qué ha ocurrido en cada momento– es una construcción de nuestro cerebro. Y en este sentido es fácil de manipular, igual que nuestra visión.

Así pues, lo primero que hay que aprender cuando nos preguntamos si confiamos en nuestros sentidos es: no. Sólo porque *creamos* que algo es cierto, sólo porque *sepamos* que es cierto, eso no significa que *sea* cierto. La máxima más importante para los pilotos de caza es: «Confía en los instrumentos.» Ello se debe a que sus sentidos le dirán las mentiras más flagrantes, y si confía en ellos en lugar de en los diales de la cabina de mando, se estrellará. Así que la próxima vez que alguien diga: « ¿A quién vas a creer, a mí o a tus ojos mentirosos?», considere la cuestión detenidamente.

Después de todo, somos conscientes de muy poco de lo que hay «ahí fuera». El cerebro lleva a cabo suposiciones que le ahorran tiempo y recursos, e intenta ver el mundo todo lo bien que le hace falta. Y cuando comprendemos que somos conscientes de muy pocas cosas

hasta que nos preguntamos por ellas, damos el primer paso en el viaje hacia el descubrimiento de nosotros mismos. Vemos que lo que percibimos en el mundo exterior está generado por partes del cerebro a las que no tenemos acceso.

Estos principios de maquinaria inaccesible y abundante ilusión no se aplican sólo a las percepciones básicas de la visión y el tiempo. También se aplican a niveles superiores –a lo que pensamos, sentimos y creemos–, como veremos en el siguiente capítulo.



Una pista permite que la imagen adquiera significado y veamos a una figura con barba. Las zonas de tono más claro que ven nuestros ojos generalmente son insuficientes para la visión en ausencia de expectativas.

Capítulo 3

La mente: una brecha

No puedo comprender todo lo que soy.

SAN AGUSTÍN

Contenido:

§. Cambio de carril

§. El misterio de los sexadores de pollos y los observadores de aviones

§. Cómo saber si es racista

§. ¿Cómo te amo? Déjame contar las jotas

§. Cosquilleo del cerebro bajo la superficie de la conciencia

§. El presentimiento

§. El robot que ganó en Wimbledon

§. El mantra del cerebro rápido y eficaz: incorporar tareas al circuito

§. Cambio de carril

Surge un abismo entre lo que su cerebro sabe y lo que es accesible a su mente. Consideremos el simple acto de cambiar de carril mientras conduce un coche. Intente lo siguiente: cierre los ojos, agarre un volante imaginario y lleve a cabo los movimientos para cambiar de carril. Imagine que conduce por el carril izquierdo y le gustaría pasarse al derecho. Antes de seguir leyendo, deje el libro e inténtelo. Le daré 100 puntos si es capaz de hacerlo correctamente.

Es una tarea bastante fácil, ¿verdad? Supongo que ha mantenido el volante recto, luego lo ha girado hacia la derecha por un momento y a continuación, lo ha vuelto a enderezar. Ningún problema.

Como casi todo el mundo, se ha equivocado por completo.[65] El movimiento de girar un poco el volante a la derecha y luego enderezar otra vez le sacaría de la carretera: acaba de pasar del carril de la izquierda a la acera. El movimiento correcto para cambiar de carril consiste en girar el volante a la derecha, a continuación volver al centro y seguir girando el volante *hasta que empiece a ir hacia la izquierda*, y sólo entonces enderezar. ¿No me cree? Compruébelo usted mismo la próxima vez que vaya en coche. Es una tarea motora tan sencilla que no tiene ningún problema para llevarla a cabo cada día mientras conduce. Pero cuando se le obliga a acceder a ella de manera consciente, se confunde.

Cambiar de carril no es más que un ejemplo entre miles. No es consciente de la inmensa mayoría de las actividades que ahora lleva a cabo el cerebro, y tampoco querría serlo: interferiría con los bien engrasados procesos del cerebro. La mejor manera de echar a perder una pieza de piano es concentrarse en los dedos; la mejor manera de dejar de respirar es pensar en la respiración; la mejor manera de fallar al golpear la pelota de golf es analizar su movimiento. Es algo que saben incluso los niños, y lo encontramos inmortalizado en poemas como por ejemplo «El ciempiés desconcertado»:

Un ciempiés era muy feliz,

[65] Macuga et al., «Changing lanes».

hasta que la rana por reír le dijo:
«Oye, ¿con qué pata andas primero?»
Aquello lo dejó muy inquieto,
pues con todas aquellas patas
no sabía cuál poner primero.

La capacidad para recordar actos motores como cambiar de carril se denomina *memoria de procedimiento*, y es un tipo de memoria implícita, lo que significa que su cerebro sabe algo a lo que su mente no puede acceder de manera explícita.[66] Montar en bici, anudarse los zapatos, teclear, aparcar el coche mientras habla por el móvil, son ejemplos de ello. Ejecuta estas acciones fácilmente, pero sin conocer los detalles de cómo lo hace. Sería totalmente incapaz de describir la coreografía perfectamente sincronizada con la que sus músculos se contraen y relajan mientras sortea a los demás en una cafetería con la bandeja en la mano, y sin embargo no tiene ningún problema en hacerlo. Ésta es la brecha que hay entre lo que su cerebro puede hacer y lo que le resulta accesible conscientemente.

El concepto de memoria implícita posee una rica tradición, aunque poco conocida. A principios del siglo XVII, René Descartes ya había comenzado a sospechar que aunque la experiencia del mundo se almacena en la memoria, no toda la memoria es accesible. El concepto fue retomado a finales del siglo XIX por el psicólogo Hermann Ebbinghaus, que escribió que «casi todas las experiencias

[66] Schacter, «Implicit memory».

permanecen ocultas a la conciencia, y sin embargo su efecto es significativo y otorga validez a su experiencia anterior».[67]

En la medida en que la conciencia es útil, lo es en pequeñas cantidades, y para una serie muy concreta de tareas. Es fácil comprender por qué no querría ser consciente de las complejidades de su movimiento muscular, pero esto puede ser menos intuitivo cuando se aplica a sus percepciones, pensamientos y creencias, que son también el producto final de la actividad de miles de millones de células nerviosas. Ahora nos fijaremos en ello.

§. El misterio de los sexadores de pollos y los observadores de aviones

Los mejores sexadores de pollos del mundo son japoneses. Cuando nacen los polluelos, las grandes empresas comerciales generalmente los dividen entre machos y hembras, y la práctica de distinguir los dos géneros se conoce como sexar los pollos. Es un procedimiento necesario porque los dos géneros reciben diferentes programas de alimentación: uno para las hembras, que con el tiempo producirán huevos, y otro para los machos, de los que normalmente se deshacen debido a que no pueden poner huevos; sólo unos pocos machos se conservan y se engordan para producir carne. De modo que el trabajo de sexador de pollos consiste en coger cada polluelo y determinar rápidamente su sexo a fin de escoger el recipiente en el que colocarlo. El problema es que la tarea es tremendamente difícil: los polluelos machos y hembras parecen exactamente iguales.

---

[67] Ebbinghaus, *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*.

Bueno, casi exactamente. Los japoneses inventaron un método de sexar pollos conocido como examen cloacal, mediante el cual los expertos sexadores son capaces de determinar rápidamente a qué sexo pertenecen los polluelos que sólo tienen un día. Desde la década de 1930, los criadores de pollos viajan desde todo el mundo a la Escuela de Sexadores de Pollos ZenNippon, en Japón, para aprender la técnica.

El misterio es que nadie es capaz de explicar exactamente cómo se hace.[68] Se basa en pistas visuales muy sutiles, pero los sexadores profesionales son incapaces de decir cuáles son esas pistas. Lo único que hacen es mirar la parte trasera del polluelo (donde está el aparato excretor) y simplemente parecen *saber* en qué recipiente depositarlo.

Y así es como los profesionales enseñan a los alumnos. El maestro permanece junto al aprendiz y observa. Los estudiantes cogen un polluelo, le examinan la parte trasera y lo arrojan en un recipiente o en otro. El maestro simplemente les dice: *sí* o *no*. Después de llevar a cabo esta actividad durante semanas seguidas, el cerebro del alumno alcanza un adiestramiento de nivel magistral, aunque inconsciente.

Mientras tanto, una historia parecida se desarrollaba a océanos de distancia. Durante la Segunda Guerra Mundial, bajo la constante amenaza de bombardeos, los británicos necesitaban de manera imperiosa distinguir los aviones que se acercaban de una manera

[68] Horsey, *The Art of Chicken Sexing*; Biederman y Shiffrar, «Sexing day-old chicks»; Brandom, «Insights and blindspots of reliabilism»; y Harnad, «Experimental analysis».

rápida y exacta. ¿Qué aviones eran ingleses de regreso a casa y cuáles eran alemanes con intenciones de bombardear? Resultó que varios entusiastas de la aviación tenían una gran habilidad a la hora de distinguirlos, de manera que los militares no tardaron en utilizar sus servicios. Estos expertos en distinguir aviones fueron tan valiosos que el gobierno rápidamente intentó reclutar más, pero resultó ser una habilidad singular y difícil de encontrar. Así pues, el gobierno encargó a los observadores que tenía que adiestraran a otros. Los resultados fueron desastrosos. Los observadores intentaban explicar sus estrategias, pero no lo conseguían. Nadie lo comprendía, ni siquiera los propios observadores. Al igual que los sexadores de pollos, los observadores de aviones no sabían muy bien cómo lo hacían ni qué hacían: simplemente sabían la respuesta adecuada.

Con un poco de ingenio, los británicos pensaron haber encontrado por fin una manera de adiestrar nuevos observadores: mediante el aprendizaje por tanteo. Un novato aventuraría una respuesta y el experto diría *sí* o *no*. Con el tiempo, los novatos se convirtieron, al igual que sus mentores, en depositarios de esa habilidad misteriosa e inefable.[69]

La brecha existente entre el conocimiento y la conciencia puede ser grande. Cuando examinamos habilidades difíciles de comprender mediante la introspección, la primera sorpresa es que la memoria implícita es totalmente separable de la memoria explícita: puedes dañar una sin perjudicar a la otra. Consideremos a los pacientes

[69] Allan, «Learning perceptual skills».

con amnesia anterógrada, que no pueden recordar de manera consciente las nuevas experiencias de sus vidas. Si pasa una tarde intentando enseñarles el videojuego Tetris, al día siguiente le dirán que ya no recuerdan la experiencia, que nunca han visto ese juego y, lo más probable, que tampoco tienen ni idea de quién es usted. Pero si al día siguiente observa su manera de jugar, se dará cuenta de que han mejorado exactamente igual que los no amnésicos.[70] De manera implícita, su cerebro ha aprendido el juego, sólo que ese conocimiento es inaccesible para su conciencia. (Es interesante observar que si, después de haber jugado al Tetris, despierta a un paciente amnésico durante la noche, le dirá que ha estado soñando con bloques de color que caían, pero no tiene idea de por qué.) Naturalmente, no sólo son los sexadores, los observadores y los amnésicos quienes disfrutan de un aprendizaje inconsciente: esencialmente, casi todo lo relacionado con su interacción con el mundo se basa en este proceso.[71]

§. Cómo saber si es racista

Muchas veces ignoramos lo que hay enterrado en las cavernas de nuestro inconsciente. Un ejemplo de lo más desagradable es el racismo.

---

[70] Cohen, Eichenbaum, Deacedo y Corkin, «Different memory systems», y Brooks y Baddeley, «What can amnesic patients learn?».

[71] . En otro ejemplo de vincular cosas a nivel inconsciente, a los sujetos se les dio una bebida carbonatada, y luego se les meció la silla para inducirles la enfermedad de movimiento. Como resultado, surgió entre los sujetos una aversión a las bebidas carbonatadas, aun cuando sabían perfectamente (conscientemente) que la bebida nada tenía que ver con la sensación de náusea. Véase Arwas, Rolnick y Lubow, «Conditioned taste aversion».

Consideremos la siguiente situación: el propietario blanco de una empresa se niega a dar empleo a un aspirante negro, y el caso va a los tribunales. El propietario insiste en que él no es racista; el aspirante insiste en lo contrario. El juez no sabe con qué carta quedarse: ¿cómo puede saber uno qué clase de inclinaciones surgen en el inconsciente de alguien y modulan sus decisiones, aun cuando no sea consciente de ello? La gente no siempre dice lo que piensa, en parte porque la gente no siempre *sabe* lo que piensa. E. M. Forster lo expresó con humor: « ¿Cómo voy a saber lo que pienso hasta que no me oigo decirlo?»

Pero si alguien se muestra reacio a *decir* algo, ¿existe alguna manera de explorar el inconsciente? ¿Existe alguna manera de descubrir las creencias ocultas de una persona observando su comportamiento?

Imagine que está sentado delante de dos botones, y se le pide que apriete el derecho siempre que aparezca una palabra positiva *(alegría, amor, felicidad*, etc.), y el botón izquierdo siempre que aparezca una palabra negativa *(terrible, desagradable, fracaso)*. Muy simple. Ahora la tarea cambia un poco: debe apretar el botón derecho cada vez que vea la foto de una persona con sobrepeso, y el izquierdo cuando vea la foto de una persona delgada. De nuevo bastante fácil. Pero para la siguiente tarea las imágenes vienen parejas: tiene que apretar el botón derecho cuando vea una palabra positiva *o* una persona con sobrepeso, y el izquierdo cuando vea una palabra negativa *o* una persona delgada. En otro grupo de

pruebas, hace lo mismo con las parejas cambiadas: aprieta el botón derecho en caso de una palabra negativa *o* de una persona delgada. Los resultados pueden ser inquietantes. Los tiempos de reacción de los sujetos son más rápidos cuando las parejas poseen una poderosa asociación inconsciente.[72] Por ejemplo, si la gente con sobrepeso está vinculada a una asociación negativa en el inconsciente del sujeto, entonces éste reacciona más rápido ante la foto de una persona con sobrepeso cuando la respuesta se asocia al mismo botón que el de la palabra negativa. Durante las pruebas en las que los conceptos opuestos estaban relacionados (delgado con malo), los sujetos tardaban más en responder, supuestamente porque el emparejamiento era más difícil. El experimento se ha modificado para medir actitudes implícitas con respecto a las razas, las religiones, la homosexualidad, el tono de piel, la edad, las discapacidades y los candidatos presidenciales.[73]

Otro método para sacar a la luz nuestras inclinaciones implícitas simplemente mide la manera en que un participante mueve el cursor de un ordenador.[74] Imaginemos que comienza con el cursor colocado en la parte inferior de la pantalla, y que en los rincones superiores de la pantalla hay dos botones etiquetados con las palabras «me gusta» y «no me gusta». Entonces aparece una palabra en el medio (pongamos el nombre de una religión) y se le pide que mueva el ratón lo más rápidamente que pueda hacia la opción que

---

72 Greenwald, McGhee y Schwartz, «Measuring individual differences».

73 El test de asociación implícita puede hacerse online.

74 Wojnowicz, Ferguson, Dale y Spivey, «The self-organization of explicit attitudes». Véase también Freeman, Ambady, Rule y Johnson, «Will a category cue attract you?»

refleje si le gusta o no ese credo. De lo que usted no se da cuenta es de que la *trayectoria* exacta del movimiento de su ratón queda registrada: cada posición en cada movimiento. Al analizar el camino que ha recorrido su ratón, los investigadores son capaces de detectar si su sistema motor ha comenzado a moverse hacia un botón antes de que otros sistemas cognitivos se activaran y lo impulsaran hacia la otra respuesta. Así por ejemplo, aunque usted respondiera «me gusta» a una determinada religión, podría ser que su trayectoria se desviara ligeramente hacia el botón de «no me gusta» antes de retomar el rumbo a una respuesta socialmente más apropiada.

Incluso personas que están muy seguras de su actitud hacia diferentes razas, géneros y religiones, pueden quedarse muy sorprendidas –y horrorizadas– al descubrir lo que acecha en su cerebro. Y, al igual que otras formas de asociación implícita, estas inclinaciones son impenetrables a la introspección consciente.[75]

§. ¿Cómo te amo? Déjame contar las jotas

Puede que le cueste expresar en palabras las características de la manera de andar de su padre, o de la forma de su nariz, o de su

[75] Actualmente se debate si los tribunales admitirán como prueba estos tests: por ejemplo, para demostrar si un jefe (o un agresor o un asesino) muestra signos de racismo. Por el momento, quizá sea mejor que estos tests no entren en los juzgados, pues aunque las decisiones humanas complicadas se ven influidas por asociaciones inaccesibles, es difícil saber hasta qué punto esos prejuicios contribuyen al comportamiento final. Por ejemplo, alguien podría disimular sus prejuicios racistas mediante mecanismos de toma de decisión más socializados. También puede ocurrir que alguien sea un virulento racista, pero que ésa no fuera la razón por la que cometió el delito.

manera de reír, pero cuando ve a alguien que camina o ríe como él, o se le parece, se da cuenta enseguida.

Consideremos qué ocurre cuando dos personas se enamoran. El sentido común nos dice que su ardor crece a partir de un número de semillas, incluyendo las circunstancias vitales, el sentido de la comprensión, la atracción sexual y la admiración mutua. Seguramente la maquinaria encubierta del inconsciente no participa en su elección de pareja. ¿O sí?

Imagine que se topa con su amigo Joel, y éste le dice que ha encontrado el amor de su vida, una mujer llamada Jenny. Qué curioso, piensa, pues su amigo Alex acaba de casarse con Amy, y Donny está loco por Daisy. ¿Por qué se da este emparejamiento de iniciales? Concluye que es absurdo: las decisiones importantes de la vida –como por ejemplo con quién vas a pasar la vida– no pueden estar influidas por algo tan caprichoso como la inicial del nombre. Quizá todas estas alianzas aliterativas son mero accidente.

Pero no lo son. En 2004, el psicólogo John Jones y sus colegas examinaron quince mil actas matrimoniales públicas en el condado de Walker, Georgia, y en el de Liberty, Florida. Averiguaron que, de hecho, la gente se casa más a menudo con personas cuyo nombre tiene la misma inicial de lo que dictaría el mero azar.[76]

¿Y por qué? No es algo que tenga que ver exactamente con las letras: se trata más bien de que sus cónyuges de algún modo les recuerdan a sí mismos. La gente tiende a amar su propio reflejo en los demás. Los psicólogos lo interpretan como un inconsciente amor

[76] Jones, Pelham, Carvallo y Mirenberg, «How do I love thee?»

hacia uno mismo, o quizá con la comodidad experimental de las cosas conocidas, y lo denominan *egoísmo implícito*.

El egoísmo implícito no tiene que ver sólo con la vida en pareja, también influye en los productos que uno prefiere y compra. En un estudio, a los sujetos se les presentaban dos marcas (ficticias) de té para que las probaran. Una de las marcas compartía las tres primeras letras del nombre del sujeto; por ejemplo, a Tommy se le daban dos muestras, una llamada Tomeva y la otra Lauler. Los sujetos probaban el té, chasqueaban los labios, los consideraban detenidamente, y casi siempre decidían que preferían el té cuya marca encajaba con las primeras letras de su nombre. No es sorprendente que un sujeto llamado Laura eligiera el té llamado Lauler. No eran explícitamente *conscientes* de la relación con las letras; simplemente creían que sabía mejor. De hecho, en ambas tazas había té de la misma tetera.

El poder del egoísmo implícito va más allá de su nombre o de cualquier rasgo arbitrario de su persona, como por ejemplo su fecha de nacimiento. En un estudio universitario, a los alumnos se les dio a leer un ensayo acerca del monje ruso Rasputín. Para la mitad de los estudiantes, la fecha de nacimiento de Rasputín se mencionaba en el ensayo, y estaba amañada para que «casualmente» resultara ser la misma que la del lector. Para la otra mitad de los alumnos se incluía una fecha de nacimiento diferente de la suya; por lo demás, los ensayos eran idénticos. Al final de la lectura, a los alumnos se les hacían algunas preguntas que tenían que ver con lo que pensaban de Rasputín como persona. Aquellos que creían compartir

con él la fecha de nacimiento lo evaluaban con más generosidad.[77]Simplemente les caía mejor, y no tenían ningún acceso consciente al motivo.

El poder magnético del inconsciente amor por uno mismo va más allá de qué y a quién prefieres. De manera increíble, puede influir sutilmente en dónde vives y a qué te dedicas. El psicólogo Brett Pelham y sus colegas analizaron unos archivos públicos y descubrieron que la probabilidad de que las personas que habían nacido el 2 de febrero (2/2) se mudaran a ciudades con alguna referencia al número dos en su nombre, como Twin Lakes, Wisconsin, era desproporcionadamente alta. La gente nacida el 3/3 estaba estadísticamente sobre representada en lugares como Three Forks, Montana, y la gente nacida el 6/6 en lugares como Six Mile, Carolina del Sur, y lo mismo ocurría con todas las fechas de nacimiento y las ciudades que los autores del estudio pudieron encontrar. Consideremos lo asombroso que resulta: las asociaciones con los números de las arbitrarias fechas de nacimiento de la gente pueden influir lo bastante como para que cambien de lugar de residencia, aunque sea ligeramente. Y de nuevo es algo inconsciente.

El egoísmo implícito también puede influir en qué decide uno hacer con su vida. Al analizar las páginas amarillas de la guía telefónica, Pelham y sus colegas descubrieron que nombres como Denise y Dennis figuran en número desproporcionado entre los dentistas, mientras que nombres como Laura o Lawrence tenían muchas

[77] Ibídem

probabilidades de hacerse abogados *(lawyer* en inglés), y gente con nombres como George o Georgina de ser geólogos. También descubrieron que los nombres de los propietarios de las compañías de materiales para techar *(roofing)* solían empezar más por R que por H, mientras que entre los propietarios de ferreterías *(hardware store)* abundaban más aquellos cuyo nombre empezaba con H en lugar de R.[78] Un estudio distinto exploró las bases de datos profesionales online de dominio público y descubrió que los médicos poseen apellidos en los que de manera proporcional aparecen las sílabas *doc, dok* o *med*, mientras que los abogados poseían sílabas como *law, lau* o *att* (del inglés *law*, ley, o *attorney*, abogado) en sus apellidos[79].

Por absurdo que parezca, todos estos hallazgos resultaron ser estadísticamente significativos. No es que tengan grandes consecuencias, pero son verificables. Nos influyen impulsos a los que tenemos poco acceso, y en los que nunca creeríamos de no haberlos revelado la estadística.

§. Cosquilleo del cerebro bajo la superficie de la conciencia

Su cerebro se puede manipular sutilmente de maneras que transforman su comportamiento. Imagine que le pido que lea unas páginas de texto. Posteriormente le pido que llene los espacios en blanco de algunos términos inacabados, como *se_ po_*. Es más probable que escoja palabras que ha visto recientemente, como por

[78] Pelham, Mirenberg y Jones, «Why Susie sells», y Pelham, Carvallo y Jones, «Implicit egotism».
[79] . Abel, «Influence of names».

ejemplo *sexador de pollos*, que *servicio policial*, posea o no algún recuerdo explícito de haber visto recientemente las palabras.[80] De manera parecida, si le pido que rellene los espacios en blanco de alguna palabra, como por ejemplo, *s_bl_m_na_*, será más capaz de hacerlo si ha visto anteriormente la palabra en alguna lista, lo recuerde o no.[81] Una parte de su cerebro ha quedado afectada y transformada por las palabras de la lista. A ese efecto se lo denomina primado: su cerebro ha sido preparado previamente.[82]

El primado pone de relieve el hecho de que los sistemas de memoria implícita están esencialmente separados de los sistemas de memoria explícita: incluso cuando los segundos han perdido los datos, los primeros los tienen bajo control. El que los dos sistemas estén separados queda de nuevo ilustrado por los pacientes que padecen amnesia anterógrada resultante de una lesión cerebral. Con los pacientes que padecen amnesia grave se puede utilizar el efecto de primado para que rellenen palabras incompletas aun cuando no

---

80 Jacoby y Witherspoon, «Remembering without awareness».

81 Tulving, Schacter y Stark, «Priming effects». Estos efectos se mantienen aun cuando yo le distraiga tanto que estemos seguros de que no puede recordar de manera explícita cuáles eran las palabras; sigue teniendo la misma habilidad a la hora de completar las palabras. Véase Graf y Schacter, «Selective effects».

82 La idea del primado posee una rica historia en la literatura y el espectáculo. En *The Subliminal Man*, de J. G. Ballard (1963), un personaje llamado Hathaway es el único que sospecha que docenas de gigantescos carteles en blanco perfectamente visibles desde la carretera son en realidad máquinas de anuncios subliminales, que animan a la gente a aceptar más empleos y a comprar más productos. Una encarnación más graciosa del Hombre Subliminal puede encontrarse en el personaje de Kevin Nealon en *Saturday Night Fever*, que afirma, cuando lo entrevistan en un programa de televisión: «Siempre me ha gustado ver este programa (nauseabundo). Es divertido ser invitado de este programa (tortura). Para mí es una especie de segundo hogar *(Titanic).*»

recuerden de manera consciente que se les haya mostrado ningún texto.[83]

Más allá de un cosquilleo temporal del cerebro, los efectos de haber visto algo previamente pueden ser duraderos. Si usted ha visto antes la cara de alguien, la juzgará más atractiva si la vuelve a ver. Y ello ocurre aun cuando no recuerde haberla visto antes.[84] Es algo que se conoce como *mero efecto de exposición*, e ilustra el preocupante hecho de que su memoria implícita influye en su interpretación del mundo: las cosas que le gustan, las que no, etc. No le sorprenderá saber que el mero efecto de exposición forma parte de la magia que hay detrás de la creación de una marca, de cómo la persona se convierte en una celebridad y de las campañas políticas: al vernos repetidamente expuestos a un producto o una cara, acabamos prefiriéndolo. El mero efecto de exposición explica por qué la gente sometida al escrutinio público no siempre se molesta tanto como sería de esperar cuando aparece negativamente en la prensa. Como suelen afirmar las personas famosas: «La única publicidad mala es la falta de publicidad», o «Tanto da lo que los periódicos digan de mí, siempre y cuando aparezca mi nombre en ellos».[85]

Otra manifestación en el mundo real de la memoria implícita se conoce como el *efecto de la ilusión de verdad*: es más probable que

---

[83] Graf y Schacter, «Implicit and explicit memory».

[84] Véase Tom, Nelson, Srzentic y King, «Mere exposure». Para un enfoque más básico a la hora de demostrar que el cerebro puede asimilar lo que ha visto sin prestarle atención, véase Gutnisky, Hansen, Iliescu y Dragoi, «Attention alters visual plasticity».

[85] Irónicamente, nadie está seguro de quién lo dijo primero. La cita ha sido atribuida a Mae West, P. T. Barnum, George M. Cohan, Will Rogers y W. C. Fields, entre otros.

crea que una afirmación es cierta si ya lo ha oído antes, sea o no cierta. En un estudio, los sujetos valoraban la validez de frases plausibles cada dos semanas. Con total impasibilidad, los experimentadores les dejaban caer algunas frases repetidas (tanto verdaderas como falsas) durante las pruebas. Y descubrieron un resultado claro: si los sujetos habían oído una frase en las semanas anteriores, era más probable que la calificaran como cierta, aun cuando juraran no haberla oído antes.[86] Lo mismo ocurre incluso cuando el experimentador les *dice* a los sujetos que las frases que están a punto de oír son falsas: a pesar de ello, la mera exposición a una idea es suficiente para aumentar su credibilidad en un contacto posterior.[87]

El efecto de ilusión de verdad pone de relieve el peligro potencial que tiene para la gente verse expuesta repetidamente a los mismos edictos religiosos o a los mismos eslóganes políticos.

Un sencillo emparejamiento de conceptos puede ser suficiente para inducir una asociación inconsciente y, con el tiempo, la sensación de que existe algo familiar y cierto en ese emparejamiento. La base de casi toda la publicidad que hemos visto consiste en emparejar un producto con gente atractiva, risueña y con una fuerte carga sexual. Y es la base de una maniobra llevada a cabo por el equipo publicitario de George W. Bush durante su campaña de 2000 contra Al Gore. En un anuncio de Bush de 2,5 millones de dólares para la televisión, una imagen con la palabra RATAS aparece en la pantalla

[86] Hasher, Goldstein y Toppino, «Frequency and the conference of referential validity».
[87] Begg, Anas y Farinacci, «Dissociation of processes in belief».

en conjunción con «El plan sanitario de Gore». Al momento siguiente queda claro que la palabra es en realidad el final de otra más larga, BURÓCRATAS, pero el efecto que pretendían los creadores del anuncio era evidente y, esperaban ellos, memorable.

§. El presentimiento

Imagine que coloca todos sus dedos sobre diez botones, y que cada botón corresponde a una luz de color distinto. Su tarea es simple: cada vez que parpadea una luz, aprieta el botón correspondiente lo más deprisa que pueda. Si la secuencia de luces es azarosa, su velocidad de reacción no será muy rápida; sin embargo, los investigadores han descubierto que si existe un patrón oculto en la aparición de las luces, su velocidad de reacción acabará aumentando, lo que indica que ha captado la secuencia y es capaz de predecir qué luz aparecerá a continuación. Si de repente aparece una luz inesperada, entonces su velocidad de reacción volverá a ser lenta. La sorpresa es que esta aceleración funciona aun cuando sea completamente inconsciente de la secuencia; la mente consciente no necesita participar en absoluto para que se dé este tipo de aprendizaje.[88] Su capacidad para decir lo que va a ocurrir a continuación es limitada o inexistente. Y sin embargo podría tener un *presentimiento*.

A veces estas cosas pueden alcanzar la conciencia, aunque no siempre, y cuando lo hacen, es de una manera lenta. En 1997, el neurocientífico Antoine Bechara y sus colegas colocaron cuatro

[88] Cleeremans, *Mechanisms of Implicit Learning*.

mazos de cartas delante de los sujetos y les pidieron que escogieran una carta cada vez. Cada carta revelaba una ganancia o una pérdida de dinero. Con el tiempo, los sujetos comenzaron a comprender que cada mazo poseía su propia personalidad: dos de los mazos eran «buenos», mientras que los otros dos eran «malos», lo que significaba que acababan con una pérdida neta.

Mientras los sujetos meditaban de qué mazo sacar la carta, los investigadores los detenían en diversos momentos y les preguntaban su opinión: ¿qué mazos eran buenos? ¿Cuáles eran malos? De este modo, los investigadores descubrieron que normalmente hacían falta unas veinticinco extracciones de los mazos para que los sujetos fueran capaces de decir cuáles creían que eran buenos y cuáles malos. No parece muy interesante, ¿verdad? Bueno, todavía no.

Los investigadores también midieron la reacción de conductancia de la piel del sujeto, que refleja la actividad del sistema nervioso autónomo (pelea-fuga). Y aquí sí observaron algo asombroso: el sistema nervioso autónomo descifraba la estadística del mazo mucho antes que la conciencia del sujeto. Es decir, cuando los sujetos alargaban la mano hacia los mazos malos, había un pico de actividad de anticipación, esencialmente, una señal de advertencia.[89] Este pico era detectable más o menos hacia la decimotercera extracción. Así pues, parte del cerebro de los sujetos comprendía la recurrencia que se podía esperar en cada mazo mucho antes de que la mente consciente de los sujetos pudiera acceder a la información. Y esta información se comunicaba en

[89] Bechara, Damasio, Tranel y Damasio, «Deciding advantageously».

forma de «presentimiento»: los sujetos comenzaban a escoger los mazos buenos antes incluso de que pudieran decir por qué de manera consciente. Esto significa que el conocimiento consciente de la situación no era necesario para tomar decisiones ventajosas.

Y, mejor aún, resultó que la gente *necesitaba* esa corazonada: sin ella sus decisiones nunca serían muy buenas. Antonio Damasio y sus colegas repitieron la tarea de escoger cartas utilizando pacientes que padecían lesiones en una parte frontal del cerebro denominada corteza prefrontal ventromedial, un área que participa en la toma de decisiones. El equipo descubrió que esos pacientes eran incapaces de formar la señal de advertencia anticipatoria de la reacción galvánica de la piel. Los cerebros de los pacientes simplemente no captaban las estadísticas ni les hacían ninguna advertencia. Lo asombroso era que incluso después de que esos pacientes comprendieran de manera consciente qué mazos eran los malos, *seguían* tomando las decisiones erróneas. En otras palabras, la corazonada era esencial para tomar decisiones provechosas.

Esto condujo a Damasio a proponer que las sensaciones producidas por estados físicos del cuerpo acababan guiando el comportamiento y la toma de decisiones.[90] Los estados corporales se vinculaban a resultados de sucesos en el mundo. Cuando algo malo ocurre, el cerebro hace que todo el cuerpo (el ritmo cardíaco, la contracción de las tripas, la debilidad de los músculos, etc.) registre esa sensación, y esa sensación queda asociada con el suceso. La próxima vez que

[90] Damasio, «The somatic marker hypothesis»; Damasio, *El error de Descartes*; y Damasio, *The Feeling of What Happens*.

éste se considere, el cerebro básicamente llevará a cabo una simulación, reviviendo las sensaciones físicas del suceso. Estas sensaciones sirven para guiar, o al menos para influir en la posterior toma de decisiones; si las sensaciones de un suceso dado son malas, nos disuaden de la acción; si son buenas, la alientan.

Desde este punto de vista, los estados físicos del cuerpo proporcionan los presentimientos que pueden guiar el comportamiento. Estos presentimientos resultan ser correctos con más frecuencia de lo que predeciría el azar, sobre todo porque su cerebro inconsciente es el primero en darse cuenta de las cosas, y la conciencia va a la zaga.

De hecho, los sistemas conscientes pueden interrumpirse completamente sin que eso influya sobre los sistemas inconscientes. La gente que padece una enfermedad llamada prosopagnosia no puede distinguir las caras conocidas de las desconocidas. Se basan por completo en pistas como el nacimiento del pelo, la manera de andar y la voz para identificar a la gente que conocen. El reflexionar sobre esta enfermedad condujo a los investigadores Daniel Tranel y Antonio Damasio a intentar algo inteligente: aun cuando los prosopagnósicos no pudieran reconocer conscientemente las caras, ¿seguían teniendo una reacción mesurable de conductancia de la piel a las caras que les eran conocidas? Desde luego que sí. Aun cuando el prosopagnósico insista en que es incapaz de reconocer las caras, una parte de su cerebro sí es capaz (y lo hace) de distinguir las caras conocidas de las desconocidas.

Si no siempre se puede obtener una respuesta directa del cerebro inconsciente, ¿cómo se puede acceder a este conocimiento? A veces el truco consiste simplemente en sondear qué nos dicen las tripas. Así, la próxima vez que un amigo lamente ser incapaz de decidirse entre dos opciones, dígale cuál es la manera más fácil de resolver el problema: a cara o cruz. Su amigo debe especificarle qué opción elige si sale cara y cuál si sale cruz, y luego lanzar la moneda. Lo importante es evaluar qué sienten las tripas después de que caiga la moneda. Si siente una sutil sensación de alivio cuando la moneda le «dice» qué tiene que hacer, ésa es la elección correcta. Si, en cambio, concluye que es ridículo tomar la decisión a cara o cruz, eso le indicará que ha de escoger la otra opción.

* * * *

Hasta ahora hemos estado examinando el inmenso y sofisticado conocimiento que habita bajo la superficie de la conciencia. Hemos visto que no tiene acceso a los detalles de cómo funciona el cerebro, ya sea a la hora de leer letras o de cambiar de carril. ¿Qué papel desempeña entonces la mente consciente –si es que desempeña alguno– en sus conocimientos? Pues uno bastante importante, porque gran parte del saber almacenado en las profundidades del cerebro inconsciente llegó a la vida en forma consciente. Vamos a verlo.

§. El robot que ganó en Wimbledon

Imagine que ha ido ascendiendo en el ranking hasta llegar al torneo de tenis más importante del mundo y que ahora está en la pista

frente al robot tenista más importante del planeta. Este robot posee unos componentes y partes auto reparadores increíblemente miniaturizados, y funciona con los principios energéticos tan optimizados que puede consumir trescientos gramos de hidratos de carbono y saltar por toda la pista como una cabra montesa. Parece un oponente formidable, ¿verdad? Bienvenido a Wimbledon: está jugando contra un ser humano.

Quienes compiten en Wimbledon son máquinas rápidas y eficientes que juegan al tenis extraordinariamente bien. Pueden seguir una bola que viaja a ciento treinta kilómetros por hora, moverse rápidamente hacia ella y orientar una pequeña superficie para que se cruce en su trayectoria. Y esos tenistas profesionales lo hacen de manera casi totalmente inconsciente. Exactamente de la misma manera que lee las letras en una página o cambia de carril, se basan completamente en su maquinaria inconsciente. A todos los efectos prácticos, son robots. De hecho, cuando Ilie Nastase perdió la final de Wimbledon en 1976, dijo hoscamente de su adversario, Björn Borg: «Es un robot del espacio exterior.»

Pero estos robots son *entrenados* por mentes conscientes. Un tenista aspirante no tiene que saber nada de robots (de eso se encarga la evolución). Más bien, el reto consiste en *programar* al robot. En este caso, el reto consiste en programar la maquinaria para dedicar sus flexibles recursos computacionales a golpear de manera rápida y precisa una pelota amarilla y peluda por encima de una red de poca altura.

Y ahí es donde la conciencia desempeña su papel. Las partes conscientes del cerebro adiestran las otras partes de la maquinaria nerviosa, definiendo las metas y asignando recursos. «Agarra la raqueta más abajo cuando sacas», dice el entrenador, y el joven jugador se lo repite para sí. Practica el saque una y otra vez, miles de veces, y cada vez se impone la meta de lanzar la pelota directamente al otro cuadrante. Mientras sirve una y otra vez, el sistema robótico va haciendo pequeños ajustes a través de una red de innumerables conexiones sinápticas. Su entrenador le va dando las indicaciones que necesita oír y comprender de manera consciente. Y el jugador continuamente incorpora las instrucciones («No dobles la muñeca. Proyecta el cuerpo hacia delante») al adiestramiento de robot hasta que los movimientos se vuelven tan arraigados que ya no es posible acceder a ellos.

La conciencia es quien planifica a largo plazo, el director ejecutivo de la empresa, mientras que casi todas las operaciones diarias son llevadas a cabo por aquellas partes del cerebro a las que no tiene acceso. Imaginemos a un director ejecutivo que ha heredado una enorme y sólida empresa: él tiene cierta influencia, pero también se hace cargo de algo que lleva funcionando mucho tiempo. Su trabajo consiste en definir un concepto y trazar planes a largo plazo para la empresa, en la medida en que la tecnología de ésta sea capaz de llevarlos a cabo. Eso es lo que hace la conciencia: pone unas metas, y el resto del sistema aprende a cumplirlas.

Es posible que usted no sea un tenista profesional, pero ha pasado por todo este proceso cuando aprendía a montar en bicicleta. La

primera vez que se subió, se tambaleaba y chocaba e intentaba con todas sus fuerzas cogerle el tranquillo. Su mente consciente participaba intensamente. Con el tiempo, después de que un adulto le sujetara la bicicleta, fue capaz de montar solo. Y al cabo de cierto tiempo, esa habilidad se convirtió en una especie de reflejo. Se automatizó. Se convirtió en algo parecido a leer y hablar en su idioma, o a atarse los zapatos, o a reconocer la manera de andar de su padre. Los detalles ya no eran conscientes ni accesibles.

Uno de los rasgos más impresionantes del cerebro –y sobre todo del cerebro humano– es la flexibilidad para aprender casi cualquier tipo de tarea que se presenta. En cuanto un aprendiz siente el deseo de impresionar a su maestro en la tarea de sexar pollos, su cerebro dedica sus tremendos recursos a distinguir los machos de las hembras. Si un entusiasta de la aviación desempleado tiene la oportunidad de ser un héroe nacional, su cerebro aprende a distinguir un avión enemigo de los de su propio país. Esta flexibilidad a la hora de aprender explica en gran parte lo que consideramos la inteligencia humana. Mientras que a muchos animales se les califica apropiadamente de inteligentes, los humanos se distinguen en el hecho de que son inteligentes *de una manera flexible*, de que modelan sus circuitos nerviosos para que se ajusten a las tareas que tienen que llevar a cabo. Por esta razón podemos colonizar cualquier región del planeta, aprender el idioma del lugar donde nacemos y dominar actividades tan diversas como tocar el violín, practicar el salto de altura y manejar los mandos de un transbordador espacial.

§. El mantra del cerebro rápido y eficaz: incorporar tareas al circuito

Cuando el cerebro encuentra una tarea que necesita resolver, remodela sus propios circuitos hasta que puede llevarla a cabo con la máxima eficacia.[91] La tarea queda incorporada a la maquinaria. Esta inteligente táctica consigue dos cosas de vital importancia para la supervivencia.

La primera es la *velocidad*. La automatización permite una rápida toma de decisiones. Sólo cuando el lento sistema de la conciencia es empujado al final de la cola pueden actuar los programas rápidos. ¿Debo golpear la pelota de tenis que se acerca con una derecha o con un revés? Cuando hay en camino un proyectil que va a ciento treinta kilómetros por hora, uno no quiere ponerse a considerar cognitivamente las diferentes opciones. Un error común es que los atletas profesionales pueden ver la pista a «cámara lenta», como sugiere su rápida y fluida toma de decisiones. Pero la automatización simplemente permite que los atletas prevean sucesos relevantes y decidan de manera competente qué hacer. Piense en la primera vez que practicó un deporte. Los jugadores más expertos lo derrotaron con los movimientos más elementales porque usted se enfrentaba a un aluvión de información nueva: brazos y piernas y cuerpos que saltan. Con la experiencia, aprendió qué tics y fintas eran importantes. Con el tiempo y la automatización, aumentó su velocidad a la hora de decidir y actuar.

---

91 Eagleman, *Live-Wired*.

La segunda razón por la que las tareas se incorporan a los circuitos es la *eficiencia energética*. Al optimizar su maquinaria, el cerebro minimiza la energía exigida para solventar los problemas. Al ser criaturas móviles que funcionamos con pilas, el ahorro de energía es de la máxima importancia.[92] En su libro *Your Brain Is (Almost) Perfect*, el neurocientífico Read Montague resalta la impresionante eficiencia energética del cerebro, comparando el consumo de energía del campeón de ajedrez Gari Kaspárov, de unos veinte vatios, con el consumo de su competidor computarizado Deep Blue, del orden de los miles de vatios. Montague señala que Kaspárov jugó la partida a temperatura corporal normal, mientras que Deep Blue quemaba y necesitaba una gran cantidad de ventiladores para mitigar el calor. Los cerebros humanos funcionan con una eficiencia superlativa.

El cerebro de Kaspárov consume tan poca energía porque ha pasado la vida incorporando las estrategias del ajedrez hasta transformarlas en algoritmos mecánicos y económicos. Cuando de niño comenzó a jugar al ajedrez, tuvo que aprender las estrategias cognitivas de qué iba a hacer a continuación, pero éstas eran muy ineficientes, como los movimientos de un tenista que piensa demasiado y lo prevé todo. A medida que Kaspárov mejoraba, ya no tenía que recorrer de manera consciente los pasos de apertura de una partida: podía percibir el tablero de manera rápida, eficiente y con menos interferencia de la conciencia.

En un estudio de la eficiencia, los investigadores utilizaron la producción de imágenes cerebrales mientras la gente aprendía a

[92] Montague, *Your Brain Is (Almost) Perfect*.

jugar al Tetris. Los cerebros de los sujetos estaban tremendamente activos, y quemaban energía a gran escala mientras las redes nerviosas buscaban las estructuras subyacentes y las estrategias de juego. Para cuando los sujetos se volvieron expertos en el juego, más o menos al cabo de una semana, sus cerebros consumían muy poca energía al jugar. No es que el jugador se volviera mejor a pesar de que el cerebro estuviera más tranquilo; es que era mejor *porque* el cerebro estaba más tranquilo. En estos jugadores, las habilidades del Tetris habían quedado integradas en el circuito del sistema, de manera que ahora había programas especializados y eficientes para hacerle frente. Como analogía, imagine una sociedad guerrera que de pronto se da cuenta de que ya no hay más batallas que librar. Sus soldados deciden pasarse a la agricultura. Al principio utilizan sus espadas para cavar agujeros para las semillas, una opción factible pero tremendamente ineficiente. Al cabo de un tiempo convierten sus espadas en rejas de arado. Optimizan su maquinaria para satisfacer las exigencias de su tarea. Al igual que el cerebro, han modificado lo que tenían para abordar la tarea que deben realizar.

Este truco de integrar las tareas en el circuito es fundamental para la manera en que actúa el cerebro: cambia la placa base de su maquinaria para adaptarla a su misión. Ello permite que una tarea difícil que se podría llevar a cabo de manera torpe se consiga con rapidez y eficiencia. En la lógica del cerebro, si no posee la herramienta correcta para el trabajo, *créela*.

* * * *

Hasta ahora hemos aprendido que la conciencia tiene tendencia a interferir con casi todas las tareas (recuerde el desdichado ciempiés de la zanja), pero *puede* ser útil a la hora de asignarle metas al robot y entrenarlo. Hemos de suponer que la selección evolutiva ha afinado la cantidad exacta de acceso de la mente consciente: si es demasiado poca, la empresa se queda sin dirección; si es demasiada, el sistema se empantana resolviendo problemas de manera lenta, esforzada y con una gran ineficiencia energética.

Cuando los atletas cometen un error, lo habitual es que los entrenadores les chillen: « ¡*Piensa lo que haces!*» La ironía es que la meta de un atleta profesional es *no* pensar. La meta es invertir miles de horas de entrenamiento para que en el calor de la batalla las maniobras correctas surjan de manera automática, sin interferencia consciente. Las habilidades tienen que quedar impresas en el circuito de los jugadores. Cuando los atletas «entran en la zona», su bien entrenada maquinaria inconsciente se hace cargo de todo de una manera rápida y eficiente. Imaginemos a un jugador de baloncesto en la zona de tiros libres. El público chilla y da patadas en el suelo para distraerlo. Si se deja llevar por la maquinaria consciente, seguro que falla. Sólo si confía en su super entrenada maquinaria robótica puede tener alguna esperanza de meter la pelota en la cesta.[93]

[93] Si observa atentamente a los atletas, se dará cuenta de que a menudo utilizan rituales físicos para prepararse: por ejemplo, driblar el balón exactamente tres veces, inclinar el cuello a la izquierda y a continuación chutar. Al proporcionar predictibilidad, estos rituales lo sumen en un estado menos consciente. Para ese mismo fin, los rituales repetitivos y predecibles se utilizan rutinariamente en los servicios religiosos; por ejemplo, recitar oraciones, pasar el rosario, las salmodias: todo contribuye a rebajar el zumbido de la mente consciente.

Ahora puede aplicar lo que ha aprendido en este capítulo a ganar siempre al tenis. Cuando pierda, simplemente pregúntele a su oponente por qué sirve tan bien. En cuanto se ponga a meditar sobre la mecánica de su servicio e intente explicarla, está perdido.

Hemos aprendido que cuantas más cosas tenemos automatizadas, menor es el acceso consciente. Pero acabamos de empezar. En el siguiente capítulo veremos que la información puede quedar todavía más profundamente enterrada.

Capítulo 4

Lo que se puede pensar

El hombre es una planta que produce pensamientos, al igual que el rosal produce rosas y el manzano, manzanas.
ANTOINE FABRE D'OLIVET,
L'Histoire philosophique du genre humain

Contenido:

§. El «Umwelt»: la estrecha rendija de nuestra vida

§. El mantra del cerebro en evolución: que los programas realmente buenos queden impresos en el ADN

§. La belleza: creada de manera tan palpable y flagrante para ser amada por toda la eternidad

§. ¿Infidelidad en los genes?

Piense durante un momento en la persona más hermosa que conoce. Parece imposible contemplar esa persona y no quedar embriagado por su atractivo. Pero todo depende del programa evolutivo al que estén conectados sus ojos. Si los ojos pertenecen a una rana, podría tener enfrente a esa persona todo el día –incluso desnuda– y no le llamaría la atención, quizá incluso le despertaría

cierta suspicacia. Y la falta de interés es mutua: los humanos son atraídos por los humanos, y las ranas por las ranas.

Nada parece más natural que el deseo, pero lo primero que se observa es que sólo nos mueve un deseo pertinente a la especie. Esto pone de relieve un punto sencillo pero crucial: los circuitos del cerebro están ideados para generar un comportamiento pertinente para nuestra supervivencia. Las manzanas, los huevos y las patatas nos saben bien no porque la forma de sus moléculas sea inherentemente maravillosa, sino porque son paquetitos perfectos de azúcares y proteínas: dólares energéticos que puede almacenar en el banco. Y como estos alimentos son útiles, hemos acabado encontrándolos sabrosos. Y como la materia fecal contiene microbios dañinos, hemos desarrollado una arraigada aversión a comerla. Observe que los bebés koalas se comen la materia fecal de la madre para obtener la bacteria necesaria para sus sistemas digestivos. Esas bacterias son necesarias para que los jóvenes koalas sobrevivan a la ingestión de hojas de eucalipto, que en caso contrario resultan venenosas. Si me preguntaran, yo diría que la materia fecal le resulta al joven koala tan deliciosa como lo es para nosotros una manzana. Nada es sabroso o repulsivo en sí mismo: depende de sus necesidades. Lo sabroso no es más que una medida de lo útil.

Mucha gente ya está familiarizada con los conceptos de atractivo o desagradable, pero a menudo resulta difícil apreciar lo profundamente arraigados que están evolutivamente. No es sólo que se sienta más atraído por los humanos que por las ranas, ni que le

gusten más las manzanas que la materia fecal: estas mismas arraigadas inclinaciones se aplican a sus profundas creencias acerca de la lógica, la economía, la ética, las emociones, la belleza, las interacciones sociales, el amor y el resto de su vasto paisaje mental. Nuestras metas evolutivas orientan y estructuran nuestros pensamientos. Medítelo durante un instante. Eso significa que hay ciertos tipos de pensamientos que *podemos* tener, y categorías enteras que no podemos tener. Comencemos con los pensamientos que ni siquiera sabe que se está perdiendo.

§. El «umwelt»: la estrecha rendija de nuestra vida

Increíble el Alojamiento pero limitado el Invitado.
EMILY DICKINSON

En 1670, Blaise Pascal observó con sobrecogimiento que «el hombre es por igual incapaz de ver la nada de la que surge y el infinito que lo engulle».[94] Pascal reconoció que nuestra vida discurre en la estrecha rendija que queda entre las escalas inimaginablemente pequeñas de los átomos que nos componen y las escalas infinitamente grandes de las galaxias.

Pero Pascal no sabía de la misa la mitad. Olvídese de los átomos y las galaxias: ni siquiera vemos casi nada de lo que ocurre en *nuestras* escalas espaciales. Consideremos lo que denominamos luz visible. Poseemos receptores especializados en la parte posterior de

[94] Blaise Pascal, *Pensées*, 1670.

nuestros ojos que están optimizados para captar la radiación electromagnética que emana de los objetos. Cuando estos receptores captan alguna radiación, mandan una salva de señales al cerebro. Pero no percibimos el espectro electromagnético *entero*, sólo una parte. La parte del espectro luminoso que no resulta visible es menos de una diez-mil-billonésima del total. El resto del espectro –que transporta programas de televisión, señales de radio, microondas, rayos X, rayos gamma, conversaciones de móvil, etc. –pasa a través de nosotros sin que nos demos cuenta.[95] Las noticias de la CNN pasan en este momento a través de su cuerpo y no las ve, porque no posee receptores especializados para esa parte del espectro. Las abejas, en cambio, incluyen en su realidad información transportada sobre las longitudes de ondas ultravioletas, y la serpiente de cascabel posee infrarrojos en su visión del mundo. Las máquinas de los hospitales ven la franja de los rayos X, y los aparatos del salpicadero de su coche ven la franja de la frecuencia de radio. Pero usted no percibe ninguna de ésas. Aun cuando sea la misma «sustancia» –la radiación electromagnética–, usted no dispone de los sensores adecuados. Por mucho que lo intente, no va a captar las señales del resto de la franja.

Lo que es capaz de experimentar está completamente limitado por su propia biología. Es algo que difiere de la visión llena de sentido

[95] Todas estas señales (de radio, microondas, rayos X, rayos gamma, transmisiones de teléfono móvil, transmisiones televisivas, etc.) son exactamente lo mismo que lo que surge de su linterna, sólo que tienen una longitud de onda distinta. Algunos lectores ya lo saben; para los que no, lo asombroso de este simple hecho científico ya merece su inclusión.

común con que nuestros ojos, oídos y dedos reciben pasivamente un mundo físico objetivo fuera de nosotros mismos. A medida que la ciencia avanza con máquinas que pueden ver lo que nosotros no podemos, ha ido quedando claro que nuestros cerebros tan sólo captan una pequeña parte del mundo físico que nos rodea. En 1909, el biólogo alemán del Báltico Jacob von Uexküll comenzó a observar que distintos animales del mismo ecosistema captaban señales diferentes de su entorno.[96] En el mundo ciego y sordo de la garrapata, las señales importantes son la temperatura y el olor del ácido butírico. Para el pez cuchillo fantasma negro, son los campos eléctricos. Para el murciélago, que se ubica gracias al eco, las ondas de compresión del aire. Así fue como Von Uexküll introdujo un nuevo concepto: la parte que es capaz de ver se conoce como el *umwelt* (el entorno, un mundo que te rodea), y la realidad más vasta (si es que existe tal cosa) se conoce como el *umgebung*.

Cada organismo posee su propio *umwelt*, y es de suponer que para él es toda la realidad objetiva que hay «ahí fuera». ¿Por qué íbamos a pararnos a pensar que existe algo más de lo que podemos percibir? En la película *El show de Truman*, el epónimo Truman habita un mundo completamente construido alrededor de él (a menudo a toda prisa) por un intrépido productor de televisión. En cierto momento un entrevistador le pregunta al productor: « ¿Por qué cree que

[96] Jakob von Uexküll introdujo la idea del *umwelt* en 1909, y la exploró a lo largo de la década de 1940. Posteriormente quedó olvidada durante décadas hasta que el semiótico Thomas A. Sebeok la redescubrió y resucitó en 1979; Jakob von Uexküll, «A stroll through the worlds of animals and men». Véase también Giorgio Agamben, capítulo 10, «Umwelt», en su libro *The Open: Man and Animal*, trad. de Kevil Attell, Palo Alto, Stanford University Press, 2004 [trad. esp.: *Lo abierto: el hombre y el animal*, trad. de Antonio Gimeno Cuspinera, Valencia: Pre-Textos, 2005]; el original italiano se publicó en 2002 con el título de *L'aperto: l'uomo e l'animale*.

Truman nunca ha estado cerca de descubrir la verdadera naturaleza de su mundo?» La respuesta del productor es la siguiente: «Aceptamos la realidad del mundo que se nos presenta.» Ha dado en el clavo. Aceptamos el *umwelt* y de ahí no pasamos.

Pregúntese qué sentiría si fuera ciego de nacimiento. Piénselo por un momento. Si lo primero que le viene a la cabeza es: «sería algo parecido a la negrura» o «lo que vería ahora sería una especie de agujero negro» se equivoca. Para comprender por qué, imagine que es un perro rastreador, un sabueso. Su hocico alargado alberga doscientos millones de receptores del olor. Por la parte de fuera, sus fosas nasales húmedas atraen y atrapan las moléculas del olor. Las hendiduras que hay en las comisuras de cada fosa nasal se ensanchan para permitir que entre más flujo de aire mientras olisquea. Incluso sus orejas caídas se arrastran por el suelo y recogen moléculas del olor. Todo su mundo gira alrededor del olfato. Una tarde, mientras sigue a su amo, se para en seco con una revelación. ¿Qué se debe sentir al tener una nariz tan lamentablemente disminuida como la del ser humano? ¿Qué pueden llegar a detectar los humanos cuando aspiran ligeramente aire por la nariz? ¿Viven en la oscuridad? ¿Hay un agujero de olfato donde debería estar el olfato?

Como es usted un humano, sabe que la respuesta es no. Cuando falta el olfato, no hay ningún agujero ni negrura ni sentido ausente. Acepta la realidad tal como se le presenta. Como no posee las capacidades olfativas de un sabueso, ni siquiera se le ocurre que las cosas podrían ser diferentes. Lo mismo ocurre con la gente que

padece ceguera al color: hasta que aprenden que los demás pueden ver matices que ellos no ven, la idea ni siquiera pasa por su pantalla de radar.

Si no es usted ciego al color, puede que le resulte difícil imaginar lo que se siente al serlo. Pero recuerde lo que hemos aprendido antes: que algunas personas ven *más* colores que usted. Existe una fracción de mujeres que poseen no sólo tres tipos de fotorreceptores del color, sino cuatro, y como resultado pueden distinguir colores que la mayoría de los seres humanos nunca diferencian.[97] Si no forma parte de esa pequeña fracción de la población femenina, entonces acaba de descubrir algo de sus propias carencias que antes ignoraba. Puede que no se considere ciego al color, pero, para esas mujeres supersensibles a los matices, lo es. Al final, eso tampoco le estropea el día; sólo hace que se pregunte cómo otros pueden ver el mundo de una manera tan extraña.

Y lo mismo ocurre con los ciegos congénitos. Ellos no se pierden nada; no ven una negrura allí donde debería estar la visión. Para empezar, la visión nunca formó parte de su realidad, y se la pierden sólo en la medida en que usted se pierde las extraordinarias capacidades olfativas de un sabueso o los colores adicionales de la mujer tetra cromática.

* * * *

Existe una gran diferencia entre los *umwelts* de los humanos y los de las garrapatas y los sabuesos, pero también puede existir

[97] K. A. Jameson, S. Highnote y L. Wasserman, «Richer color experience in observers with multiple photopigment opsin genes», *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, Nº 2 (2001): 244-261; y Jameson, «Tetrachromatic color vision».

bastante variabilidad individual entre los humanos. Casi todo el mundo, durante alguno de esos desvíos del pensamiento cotidiano de altas horas de la madrugada, le formula a sus amigos una pregunta como ésta: ¿cómo sé que lo que yo experimento como rojo es lo mismo que lo que experimentas tú? Ésta es una buena pregunta, porque siempre y cuando coincidamos en catalogar un rasgo del mundo exterior como «rojo», tanto da que el color que usted vea sea lo que yo percibo internamente como amarillo canario. Yo lo llamo rojo, usted lo llama rojo, y podemos discutir sin ningún problema mientras echamos una mano de póker.

Pero, de hecho, el problema es más profundo. Lo que yo denomino visión y lo que usted denomina visión podrían ser cosas diferentes: yo podría ver lo mismo que usted pero boca abajo, y nunca lo sabríamos. Y no importaría, siempre y cuando coincidamos en cómo llamamos a las cosas, cómo la señalamos y hacia dónde nos dirigimos en el mundo exterior.

Este tipo de preguntas solía pertenecer al ámbito de la especulación filosófica, pero ahora ha ascendido al ámbito del experimento científico. Después de todo, entre la población se dan ligeras diferencias en la función cerebral, y a veces se traducen directamente en maneras distintas de experimentar el mundo. Y cada individuo cree que su manera es *la realidad*. Para comprenderlo, imagine un mundo de martes color magenta, sabores que tienen forma y onduladas sinfonías verdes. Una de cada cien personas, por lo demás normales, experimentan el mundo de este modo, a causa de una condición llamada sinestesia (que significa

«sensación conjunta»).[98] En los sinestésicos, la estimulación de un sentido acciona una experiencia sensorial anómala: uno puede oír colores, saborear formas, o experimentar de manera sistemática otras combinaciones sensoriales. Por ejemplo, una voz o una música podrían no sólo oírse, sino también verse, saborearse o sentirse en forma de tacto. La sinestesia es una fusión de diferentes percepciones sensoriales: el tacto del papel de lija podría evocar un fa sostenido, el sabor del pollo podría ir acompañado de hormigueo en las puntas de los dedos, o una sinfonía podría experimentarse en azules y dorados. Los sinestésicos están tan acostumbrados a esos efectos que se sorprenden al descubrir que los demás no comparten sus experiencias. Las experiencias sinestésicas no son anormales de ningún modo patológico; son simplemente singulares en un sentido estadístico.

La sinestesia se presenta en muchas variedades, y si poseemos una tenemos muchas posibilidades de poseer una segunda o una tercera. Experimentar los días de la semana en color es la manifestación más común de la sinestesia, y la siguen el ver las letras y los números de colores. Otras variedades comunes incluyen saborear palabras, oír colores, percibir las líneas numéricas como formas tridimensionales, y experimentar las letras y los números como si tuvieran sexo y personalidad.[99]

---

[98] Para más información acerca de la sinestesia, véase Cytowic y Eagleman, *Wednesday Is Indigo Blue*.

[99] ¿Cree que podría tener sinestesia? Haga las pruebas gratuitas online en www.synesthete.org. Véase Eagleman et al., «A standardized test battery for the study of synesthesia»

Las percepciones sinestésicas son involuntarias, automáticas y consecuentes a lo largo del tiempo. Suelen ser percepciones básicas, es decir, que lo que se percibe es un color, una forma o una textura simples, y no algo pictórico o específico (por ejemplo, los sinestésicos no dicen: «Esta música me hace experimentar un jarrón de flores en la mesa de un restaurante»).

¿Por qué algunas personas ven el mundo de este modo? La sinestesia es el resultado de una interferencia amplificada en tres zonas sensoriales del cerebro. Imagínelo como si fueran países colindantes de bordes porosos en el mapa del cerebro. Y esta interferencia viene provocada por diminutos cambios genéticos que se transmiten de una generación a otra. Piense en lo siguiente: los cambios microscópicos en los circuitos cerebrales pueden conducir a realidades distintas.[100] La mera existencia de la sinestesia demuestra que es posible la existencia de más de un tipo de cerebro y de más de un tipo de mente.

Concentrémonos en una forma particular de sinestesia. Para casi todos nosotros, el mes de febrero y el miércoles no ocupan ningún lugar concreto en el espacio. Pero algunos sinestésicos experimentan ubicaciones precisas en relación con su cuerpo para los números, las unidades temporales y otros conceptos que implican secuencia u ordinalidad. Pueden señalar el lugar donde está el número 32, por dónde flota diciembre o dónde reside el año

[100] Nuestro laboratorio ha estudiado los detalles de la sinestesia –desde el comportamiento hasta la producción de imágenes nerviosas pasando por la genética– para utilizarla como atajo para comprender cómo pequeñas diferencias en el cerebro pueden conducir a enormes diferencias en la percepción de la realidad. Véase www.synesthete.org.

1966.[101] Estas secuencias tridimensionales convertidas en objetos se denominan normalmente formas numéricas, aunque de manera más precisa el fenómeno se denomina sinestesia de secuencia espacial.[102] En los tipos más comunes de sinestesia de secuencia espacial aparecen los días de la semana, los meses del año, los números enteros o los años agrupados por décadas. Además de estos tipos corrientes, los investigadores han descubierto configuraciones espaciales para las tallas de zapatos y de ropa, las estadísticas del béisbol, las épocas históricas, los salarios, los canales de televisión, la temperatura, etc. Algunos individuos poseen una forma para una única secuencia; otros poseen formas para más de una docena. Al igual que todos los sinestésicos, expresan su estupefacción ante el hecho de que no todo el mundo visualice secuencias tal como lo hacen ellos. Si no es usted sinestésico, la paradoja es la siguiente: a los sinestésicos les resulta difícil comprender cómo la gente puede vivir *sin* visualizar el tiempo. Su realidad es tan extraña para ellos como la suya para usted.

---

[101] En otras palabras, las formas poseen una ubicación en el espacio mental que puede señalarse. Si usted no posee sinestesia de secuencia espacial, imagine su coche aparcado en el espacio que tiene delante. Aunque no lo ve físicamente allí como una alucinación, no tendrá problema en señalar el volante, la ventanilla del conductor, el parachoques trasero, etc. El coche tiene unas coordenadas tridimensionales en su espacio mental. Lo mismo ocurre con las formas de los números desencadenadas automáticamente. Contrariamente a las alucinaciones, no recubren el espacio visual exterior, sino que más bien viven en un espacio mental. De hecho, incluso los sujetos ciegos pueden experimentar la sinestesia de forma numérica; véase Wheeler y Cutsforth, «The number forms of a blind subject». Para una discusión más amplia de la sinestesia de secuencia espacial, véase Eagleman, «The objectification of overlearned sequences», y Cytowic y Eagleman, *Wednesday Is Indigo Blue*.

[102] Eagleman, «The objectification of overlearned sequences».

Aceptan la realidad que se les presenta, al igual que usted acepta la suya.[103]

Los no sinestésicos a menudo imaginan que percibir colores y texturas y configuraciones espaciales adicionales sería una especie de carga perceptiva: « ¿No le vuelve loco tener que hacer frente a todos esos estímulos adicionales?», preguntan algunos. Pero la situación es diferente de cuando una persona ciega al color le dice a una persona con visión normal: «Pobrecillo. Allí donde mira siempre ve colores. ¿No le vuelve loco tener que verlo todo en colores?» La respuesta es que los colores no nos vuelven locos, porque ver en color es normal para casi todo el mundo, y constituye lo que aceptamos como realidad. Del mismo modo, los sinestésicos no se vuelven locos por las dimensiones adicionales. Nunca han conocido la realidad de otro modo. Casi todos los sinestésicos viven toda su existencia sin saber que los demás ven el mundo de manera distinta a ellos.

La sinestesia, en sus múltiples variedades, pone de relieve las asombrosas diferencias entre los individuos a la hora de ver el mundo de manera objetiva, y nos recuerda que cada cerebro determina de manera única lo que percibe, o es capaz de percibir. Este hecho nos devuelve al punto principal de este apartado, a

[103] Una interesante especulación es que todos los cerebros son sinestésicos, pero que pocos nos damos cuenta de las fusiones sensoriales que ocurren en nuestros cerebros bajo la superficie de la conciencia. De hecho, todo el mundo parece poseer líneas numéricas implícitas para las secuencias. Cuando nos preguntan, podríamos estar de acuerdo en que la línea numérica de los números enteros aumenta a medida que uno pasa de izquierda a derecha. Los sinestetas de secuencia espacial difieren en que experimentan las secuencias explícitamente en tres dimensiones como configuraciones automáticas, coherentes y concretas. Véase Eagleman, «The objectification of overlearned sequences», y Cytowic y Eagleman, *Wednesday Is Indigo Blue*.

saber, que la realidad es mucho más subjetiva de lo que se cree normalmente.[104] El cerebro no registra la realidad de una manera pasiva, sino que la construye de manera activa.

* * * *

De manera análoga a su percepción del mundo, su vida mental se construye para abarcar cierto territorio, y queda restringida a él. Hay pensamientos que no puede tener. No puede abarcar el sextillón de estrellas de nuestro universo, ni imaginar un cubo de cinco dimensiones, ni sentirse atraído por una rana. Si estos ejemplos parecen obvios *(¡Naturalmente que no puedo!),* considérelos análogos a ver en rayos infrarrojos, a captar ondas de radio, o a detectar el ácido butírico, tal como hacen las garrapatas. El *«umwelt* del pensamiento» es una fracción diminuta del *«umgebung* del pensamiento». Exploremos este territorio.

La función de ese ordenador húmedo, el cerebro, es generar comportamientos que sean adecuados a las circunstancias ambientales. La evolución ha modelado cuidadosamente sus ojos, sus órganos internos, sus órganos sexuales, etc., y también el carácter de sus pensamientos y creencias. No sólo hemos desarrollado defensas inmunológicas especializadas contra los gérmenes, sino también una maquinaria nerviosa para resolver problemas especializados a los que ya se enfrentaron nuestros antepasados cazadores recolectores a lo largo del 99 % de la historia evolutiva de nuestra especie. El campo de la *psicología evolutiva* explora por qué pensamos de una manera y no de otra. Mientras los

[104] Nagel, *The View from Nowhere*.

neurocientíficos estudian las partes y piezas que componen el cerebro, los psicólogos evolutivos estudian el software que resuelve los problemas sociales. Desde este punto de vista, la estructura física del cerebro incorpora una serie de programas, y los programas están ahí porque en el pasado han resuelto algún problema concreto. Basándose en sus consecuencias, se añaden a la especie nuevas características y se descartan otras.

Charles Darwin predijo esta disciplina al final de *El origen de las especies*: «En un futuro lejano, veo el comienzo de investigaciones mucho más importantes. La psicología se basará en un nuevo cimiento: el de la necesaria adquisición de manera gradual de todas las capacidades y facultades mentales.» En otras palabras, nuestra psique evoluciona, igual que los ojos, los pulgares y las alas.

Pensemos en los bebés. Al nacer, los bebés no son una hoja en blanco, sino que heredan un abundante equipamiento para solventar problemas, y cuando muchos de ellos se les plantean, ya tienen la solución humana.[105] Darwin fue el primero en conjeturar esta idea (también en *El origen de las especies)*, y posteriormente la desarrolló William James en *Principios de psicología*. El concepto fue ignorado a lo largo de casi todo el siglo XX, pero resultó ser acertado. Los bebés, por indefensos que estén, aparecen en el mundo con programas nerviosos especializados para razonar acerca de los objetos, la causalidad física, los números, el mundo biológico, las creencias y motivaciones de otros individuos y las interacciones

[105] Véase Cosmides y Tooby, *Cognitive Adaptations*, para una visión general, y Steven Pinker, *The Blank Slate*, para una excelente lectura exhaustiva.

sociales. Por ejemplo, el cerebro de un recién nacido *espera* ver caras: incluso cuando tienen menos de diez minutos de vida, los bebés se vuelven hacia las formas que parecen caras, pero no cuando ven una versión confusa de ese patrón.[106] A los dos meses y medio, un bebé expresará sorpresa si un objeto sólido parece atravesar otro objeto, o si un objeto parece desaparecer como por arte de magia. Los bebés no tratan igual los objetos animados que los inanimados, pues asumen que los juguetes animados poseen estados (intenciones) internos que no pueden ver. También hacen suposiciones acerca de las intenciones de los adultos. Si un adulto intenta mostrar cómo hacer algo, el bebé lo imita. Pero si el adulto parece estropear la demostración (quizá exclamando un « ¡Glups!»), el bebé no intenta imitar lo que ve, sino más bien lo que cree que el adulto intentaba hacer.[107] En otras palabras, cuando los bebés ya tienen edad suficiente para ser puestos a prueba, llevan a cabo sus propias suposiciones acerca de cómo funciona el mundo. Así pues, aunque los niños aprenden por imitación lo que les rodea –remedando a sus padres, sus animales domésticos y la televisión– no son hojas en blanco. Pensemos en el balbuceo. Los niños sordos balbucean del mismo modo que los niños que oyen, y los sonidos de los niños en los diferentes países son parecidos, aun cuando estén expuestos a idiomas radicalmente distintos. De manera que el balbuceo inicial se hereda en los humanos como un rasgo preprogramado.

---

106 Johnson y Morton, «CONSPEC and CONLERN».

107 Meltzoff, «Understanding the intentions of others».

Otro ejemplo de pre programación es el así denominado sistema de lectura de pensamientos: ese grupo de mecanismos mediante el cual nos servimos de la dirección y movimiento de los ojos de los demás para inferir lo que quieren, saben o creen. Por ejemplo, si alguien mira de repente sobre su hombro izquierdo, inmediatamente supondrá que algo interesante ocurre detrás de usted. Nuestro sistema de lectura de miradas ya está totalmente operativo en nuestros primeros meses. En casos como el autismo, este sistema puede verse afectado. Por otra parte, puede no verse perjudicado aun cuando otros sistemas estén dañados, como un trastorno llamado síndrome de Williams, en el que la lectura de las miradas funciona bien, pero la cognición social es manifiestamente deficiente en otros aspectos.

El software preprogramado puede sortear el exceso de opciones con que se topa el bebé, y que podría suponer un problema en caso de que el cerebro fuera como una hoja en blanco. Un sistema que comenzara como una hoja en blanco sería incapaz de aprender las complejas reglas del mundo utilizando sólo la pobre entrada sensorial que reciben los bebés.[108]

Tendría que probarlo todo, y fracasaría. Lo sabemos aunque sólo sea por la larga historia del fracaso de las redes nerviosas artificiales que arrancan de cero e intentan aprender las reglas del mundo.

Nuestra pre programación participa intensamente en el intercambio social: en la manera en que los humanos interactúan entre sí. La

[108] Pinker, *The Blank Slate*.

interacción social ha sido crítica para nuestra especie durante millones de años, a resultas de lo cual los programas sociales han quedado profundamente grabados en el circuito nervioso. Tal como lo han expresado los psicólogos Leda Cosmides y John Tooby: «El latido del corazón es universal porque el órgano que lo genera es igual en todas partes. Ésta es también la explicación más básica de la universalidad del intercambio social.» En otras palabras, el cerebro, al igual que el corazón, no precisa una cultura especial para expresar comportamiento social: el programa ya viene incorporado en el hardware.

Veamos un ejemplo concreto: a su cerebro le cuesta llevar a cabo ciertos tipos de cálculo para los que no ha evolucionado, pero no tiene ningún problema con los cálculos relacionados con temas sociales. Supongamos que tengo un mazo de cartas con colores en un lado y números en el otro. Reparto las cartas que se ven en la ilustración de abajo y afirmo: las cartas con números *pares* siempre tendrán colores *primarios* en la cara opuesta. ¿A qué dos cartas tiene que dar la vuelta para comprobar que le digo la verdad?

No se preocupe si no lo resuelve a la primera: es difícil. La respuesta es que sólo tiene que darle la vuelta a la carta que tiene el número 8

y a la carta Morada. Si le hubiera dado la vuelta al 5 y encontrado el Rojo al otro lado, eso no le habría dicho nada sobre la verdad de esa regla, porque yo sólo había mencionado las cartas que tenían un número par. Del mismo modo, si le hubiera dado la vuelta a la carta Roja y descubierto un número impar en el otro lado, eso tampoco le habría dicho nada de la regla lógica que acababa de darle, porque no había especificado qué podían tener en el otro lado los números impares.

Si su cerebro hubiera estado entrenado en las reglas de la lógica condicional, no habría tenido ningún problema con esta tarea. Pero menos de una cuarta parte de la gente encuentra la solución al problema, y lo mismo ocurre aun cuando hayan estudiado lógica.[109] El hecho de que el problema resulte difícil indica que nuestros cerebros no están programados para problemas de lógica general de este tipo, y es de suponer que ello se debe a que nos ha ido bastante bien como especie sin necesidad de resolver este tipo de problemas de lógica.

Pero esta historia tiene una vuelta de tuerca. Si el mismo problema de lógica se presenta de una manera para la que estemos programados para comprender –es decir, expresado en el vocabulario de las cosas que interesan a un cerebro humano social–, entonces se resuelve con facilidad.[110] Supongamos que la nueva regla es la siguiente: si tiene usted menos de dieciocho años, no puede beber alcohol. Ahora, tal como vemos aquí debajo, en cada

[109] Wason y Shapiro, «Reasoning», y Wason, «Natural and contrived experience»
[110] Cosmides y Tooby, *Cognitive Adaptions*.

carta aparece la edad de una persona a un lado y la bebida que tiene en la mano en la otra.

A qué cartas hay que dar la vuelta para ver si la regla se rompe? En este caso casi todos los participantes aciertan (la del 16 y la de la palabra Tequila). Fíjese en que los dos acertijos son formalmente equivalentes. ¿Por qué entonces el primero le parece difícil y el segundo más fácil? Cosmides y Tooby aducen que el hecho de que la gente acierte mucho más en el segundo caso representa una especialización nerviosa. Al cerebro le preocupa tanto la interacción social que ha desarrollado programas especiales dedicados a ella: funciones primitivas que abordan temas de derechos y obligaciones. En otras palabras, su psicología ha evolucionado para solucionar problemas sociales, como por ejemplo detectar a los tramposos, pero no para ser inteligente y lógica en general.

§. El mantra del cerebro en evolución: que los programas realmente buenos queden impresos en el ADN

Por lo general, somos muy poco conscientes de lo que nuestra mente sabe hacer mejor.
MARVIN MINSKY,
La sociedad de la mente

Los instintos son complejos, comportamientos innatos que no hemos aprendido. Afloran más o menos independientemente de la experiencia. Consideremos el nacimiento de un caballo: sale del vientre de la madre, se pone en pie sobre sus escuálidas y vacilantes patas, se tambalea un poco y, finalmente, echa a caminar y a correr, siguiendo al resto de la manada en cuestión de minutos u horas. El potro no aprende a utilizar sus patas después de años de prueba y error, como hace un bebé humano. En su caso, la compleja acción motora es instintiva.

Debido a los circuitos nerviosos especializados que vienen de serie con el cerebro, las ranas se vuelven locas de deseo por otras ranas y no pueden imaginar lo que sería para un humano poseer atractivo sexual… ni viceversa. Los programas del instinto, forjados por las presiones de la evolución, hacen que nuestro comportamiento se desarrolle sin complicaciones y guían nuestra cognición con mano firme.

Tradicionalmente se ha creído que los instintos son lo contrario del razonamiento y el aprendizaje. Si piensa usted como casi todo el mundo, considera que su perro actúa en gran medida basándose en el instinto, mientras que los humanos al parecer funcionamos

basándonos en algo diferente, algo más parecido a la *razón*. El gran psicólogo del siglo XIX William James fue el primero en recelar de esta opinión. Y no sólo recelaba: consideraba que era totalmente errónea. Por el contrario, sugirió que el comportamiento humano podía ser más flexiblemente inteligente que el de otros animales porque poseemos *más* instintos que ellos, no menos. Estos instintos son como las herramientas de una caja de herramientas, y cuantos más tienes, más adaptable puedes ser.

No solemos darnos cuenta de la existencia de estos instintos precisamente porque funcionan muy bien, pues procesan la información sin esfuerzo y de una manera automática. Al igual que el software inconsciente de los sexadores de pollos, los observadores de aviones o los tenistas, los programas están tan profundamente impresos en el circuito que ya no tenemos acceso a ellos. Colectivamente, estos instintos constituyen lo que consideramos la naturaleza humana.[111]

Los instintos difieren de nuestros comportamientos automatizados (mecanografiar, montar en bicicleta, servir una pelota de tenis) en que no tenemos que aprenderlos en ningún momento de la vida. Los heredamos. Nuestros comportamientos innatos representan ideas tan útiles que se han codificado dentro del lenguaje minúsculo y críptico del ADN. Esto es algo que la selección natural ha conseguido a lo largo de millones de años: aquellos que poseían instintos que favorecían la supervivencia y la reproducción tendían a multiplicarse.

[111] Barkow, Cosmides y Tooby, *The Adapted Mind*.

El punto clave aquí es que el circuito especializado y optimizado del instinto ofrece todas las ventajas de velocidad y eficiencia energética, pero a costa de estar aún más alejado del alcance de la conciencia. Como resultado, tenemos tan poco acceso a nuestros programas cognitivos integrados como a nuestro servicio cuando jugamos a tenis. Esta situación conduce a lo que Cosmide y Tooby denominan «ceguera al instinto»: no somos capaces de ver los instintos que son los mismísimos motores de nuestro comportamiento.[112] Estos programas nos resultan inaccesibles no porque *no* sean importantes, sino porque son *fundamentales*. La intromisión de la conciencia no los mejoraría.

William James comprendió la naturaleza oculta de los instintos y sugirió que podíamos sacar a la luz los instintos mediante un simple ejercicio mental: intentar que lo «natural parezca extraño» preguntando «el porqué de cualquier acto humano instintivo»:

> *¿Por qué cuando estamos contentos sonreímos y no fruncimos el entrecejo? ¿Por qué somos incapaces de hablar en público igual que hablamos con un amigo? ¿Por qué una joven en concreto nos trastoca tanto? Lo único que puede decir el hombre corriente es:* ¡Por supuesto *que sonreímos,* por supuesto *que nuestro corazón palpita cuando hemos de hablar en público,* por supuesto *que nos enamoramos de esa joven, esa alma hermosa envuelta en esa forma tan perfecta, creada de manera tan palpable y flagrante para ser amada por toda la eternidad!*

[112] Cosmides y Tooby, «Evolutionary psychology: A primer», 1997; http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.html.

Y probablemente lo mismo siente todo animal acerca de las cosas que suele hacer en presencia de algunos objetos concretos. (...) El león ha sido creado para amar a la leona; el oso, a la osa. A la gallina clueca probablemente le parecería monstruosa la idea de que exista una criatura en el mundo para la que un nido de huevos no sea ese objeto absolutamente fascinante y preciado que es para ella, y que nunca se cansa de empollar.

Así pues, podemos estar seguros de que, por misteriosos que puedan parecernos los instintos de algunos animales, a ellos los nuestros les parecerán no menos misteriosos.[113]

Nuestros instintos más arraigados han quedado generalmente fuera del foco de la investigación, pues los psicólogos pretendían más bien comprender los actos singularmente humanos (como la cognición superior) o los que se salen de lo corriente (como los trastornos mentales). Pero los actos más automáticos y menos esforzados –los que requieren un circuito nervioso más especializado y complejo– han estado siempre delante de nosotros: la atracción sexual, el miedo a la oscuridad, la empatía, la discusión, los celos, la búsqueda de la belleza, el encontrar soluciones, el evitar el incesto, el reconocimiento de las expresiones faciales. Las vastas redes de neuronas que hay debajo de estos actos están tan afinadas que no nos damos cuenta de cómo operan normalmente. Y al igual que ocurría con los sexadores de pollos, la introspección no sirve de nada a la hora de acceder a programas impresos en el circuito.

[113] James, *The Principles of Psychology*.

Nuestra evaluación consciente de una actividad tan sencilla o natural puede llevarnos a infravalorar enormemente la complicidad de los circuitos que la hacen posible. Las cosas fáciles son difíciles: casi todo lo que damos por sentado es neuralmente complejo.

Para ilustrarlo, consideremos lo que ha ocurrido en el campo de la inteligencia artificial. En la década de 1960 se hicieron rápidos progresos en programas que tenían que ver con el conocimiento basado en los hechos, como por ejemplo «un caballo es una clase de mamífero».

Pero entonces el avance se frenó hasta casi detenerse. Resultó mucho más difícil resolver problemas «sencillos», como caminar por una acera sin caerse del bordillo, recordar dónde está la cafetería, mantener en equilibrio un cuerpo alto sobre dos pies diminutos, reconocer a un amigo o entender un chiste. Las cosas que hacemos de manera rápida, eficiente e inconsciente son tan difíciles de describir en detalle que siguen siendo problemas sin resolver.

Cuanto más obvia y natural parece una cosa, más tenemos que sospechar que nos parece así sólo porque se sustenta sobre un inmenso circuito. Como vimos en el capítulo 2, el acto de ver es tan fácil y rápido precisamente porque se sustenta en una maquinaria complicada y dedicada a ello. Cuanto más natural y evidente parece una cosa, menos lo es.[114] Nuestros circuitos de la lujuria no se activan al ver una rana desnuda porque no copulamos con las ranas y porque tienen poco que ver con nuestro futuro genético. Por

[114] Tooby y Cosmides, *Evolutionary Psychology: Foundational Papers*(Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000).

otro lado, tal como vimos en el primer capítulo, sí que nos importa la dilatación de los ojos de una mujer, porque eso transmite importante información acerca de su interés sexual. Vivimos dentro del *umwelt* de nuestros instintos, y lo normal es que tengamos tan poca percepción de ellos como el pez del agua que lo es.

§. La belleza: creada de manera tan palpable y flagrante para ser amada por toda la eternidad

¿Por qué la gente se siente atraída por los jóvenes y no por las personas mayores? ¿De verdad son las rubias más divertidas? ¿Por qué una persona a la que apenas le hemos echado un vistazo parece más atractiva que otra a la que hemos mirado de manera prolongada? En este punto no le sorprenderá descubrir que nuestra idea de la belleza está profundamente impresa (y de manera inaccesible) en el cerebro, y todo con el propósito de conseguir algo biológicamente útil.

Piense de nuevo en la persona más hermosa que conoce. Bien proporcionada, enseguida cae bien, su personalidad es magnética. Nuestros cerebros están exquisitamente afinados para fijarse en esos rasgos. Simplemente a causa de unos pequeños detalles de simetría y estructura, esa persona disfrutará de un destino de mayor popularidad, ascensos más rápidos y una carrera de más éxito.

Lo que la gente escoge como cualidades hermosas refleja primordialmente señales de fertilidad provocadas por cambios hormonales. Hasta la pubertad, las caras y las formas corporales de

los chicos y las chicas son parecidos. El aumento de estrógeno en las chicas pubescentes les proporciona unos labios más carnosos, mientras que la testosterona produce en los chicos una barbilla más prominente, la nariz más grande y la mandíbula más amplia. El estrógeno hace crecer los pechos y las nalgas, mientras que la testosterona favorece el crecimiento de los músculos y crea unos hombros más anchos. Así pues, en una mujer, unos labios carnosos, unas buenas nalgas y una cintura estrecha transmiten un mensaje claro: *Estoy llena de estrógenos y soy fértil*. En el caso de un hombre, lo importante es la mandíbula ancha, barba de varios días y un buen pectoral. Eso es lo que estamos programados para encontrar hermoso. La forma refleja la función.

Nuestros programas están tan arraigados que varían poco a través de la población. Los investigadores (así como los proveedores de pornografía) han sido capaces de discernir una gama sorprendentemente estrecha de proporciones femeninas que los hombres encuentran atractivas: la relación perfecta entre la cintura y las caderas oscila entre 0,67 y 0,8. La relación cintura cadera de los desplegables de *Playboy* ha permanecido más o menos en el 0,7 a lo largo del tiempo, aun cuando su peso medio ha disminuido.[115] Las mujeres con una relación dentro de esta franja no sólo son juzgadas por los hombres como las más atractivas, sino que también se presume que son las más saludables, inteligentes y con

[115] Singh, «Adaptive significance» y «Is thin really beautiful», y Yu y Shepard, «Is beauty in the eye?».

más sentido del humor.[116] A medida que las mujeres se vuelven mayores, sus características cambian y se separan de estas proporciones. Aumenta la cintura, los labios se vuelven más finos, los pechos caen, etc., y todo ello transmite la señal de que ya han pasado la cúspide de su fertilidad. Incluso un adolescente varón sin ninguna educación biológica se verá menos atraído por una mujer mayor que por una joven. Sus circuitos poseen una misión clara (la reproducción); su mente consciente recibe sólo el titular imprescindible (« ¡Es atractiva, a por ella!») y nada más.

Y los programas nerviosos ocultos no sólo detectan la fertilidad. No todas las mujeres fértiles son igualmente saludables, y por tanto no parecen igualmente atractivas. El neurocientífico Vilayanur Ramachandran bromea diciendo que ese dicho de que los caballeros las prefieren rubias podría tener un germen de verdad biológico: las mujeres más pálidas muestran más fácilmente signos de enfermedad, mientras que las de tez más oscura pueden disimular mejor las imperfecciones. Tener más información sobre la salud permite elegir mejor, por lo que son preferibles.[117]

---

[116] De manera más general, las mujeres de cintura más delgada que la de esta horquilla se ven como más agresivas y ambiciosas, mientras que las que tienen la cintura más ancha se consideran amables y fieles. En otra nota, un lector me señaló que debería reconocer las tensiones, las desventajas y los sufrimientos de ser atractivo, sobre todo para las mujeres. Nancy Etcoff examina concienzudamente lo que se ha escrito sobre el tema en su libro *Survival of the Prettiest*, donde explica que aunque una mujer puede conseguir un trabajo por ser hermosa, a menudo es un obstáculo a la hora de ascender.

[117] Ramachandran, «Why do gentlemen prefers blondes?». Tras publicar su artículo, Ramachandran afirmó que lo había escrito a modo de broma, a modo de sátira de las teorías sociobiológicas de la selección de pareja en los humanos (véase su libro *Phantoms in the Brain)*. Sin embargo, la verdad es que no es una broma en el sentido tradicional, sobre todo porque 1) no es una afirmación necesariamente incorrecta, y 2) Ramachandran no está dispuesto a desmentirla del todo (le otorga «menos de un 10 % de posibilidades de ser correcta», no una posibilidad cero). Tal como lo expresó en su publicación original en *Medical Hypotheses*:

Los hombres se guían más a menudo por la vista que las mujeres, pero éstas sin duda también están sujetas a las mismas fuerzas internas; se ven atraídas por los rasgos que proclaman la madurez del hombre. Es interesante observar que las preferencias de las mujeres pueden cambiar según el momento del mes: las mujeres prefieren hombres de aspecto masculino cuando están ovulando, pero cuando no, prefieren rasgos más suaves, que supuestamente proclaman un comportamiento más social y cariñoso.[118]

Aunque los programas de seducción y asedio están controlados en gran medida por la conciencia, todo el mundo sabe cuál es la conclusión. Por eso miles de ciudadanos de los países ricos aflojan la pasta para que les estiren la cara, les alisen la barriga, les hagan implantes, liposucciones y les pongan Botox. Lo hacen para conservar las llaves que abren los programas de los cerebros de los demás.

No es de sorprender que casi no tengamos acceso directo a los mecanismos de nuestras atracciones. En lugar de eso, la información visual se conecta a antiguos módulos nerviosos que impulsan nuestro comportamiento. Recordemos el experimento del primer capítulo: cuando los hombres clasificaban la belleza de la cara de las mujeres, encontraban más atractivas a las que tenían los ojos dilatados, pues esto era señal de interés sexual. Pero los hombres no tenían acceso a los procesos de toma de decisiones.

«Aunque al principio pretendía ser una sátira sobre las teorías sociobiológicas *ad hoc* de la selección de pareja en los humanos, pronto comprendí que esa idea es al menos igual de viable que otras muchas teorías de la elección de pareja en boga en la actualidad.»

[118] Penton-Voak et al., «Female preference for male faces changes cyclically».

En un estudio llevado a cabo en el laboratorio, los participantes vislumbraban brevemente fotografías de hombres y mujeres y clasificaban su atractivo.[119] Posteriormente, se les volvía a enseñar las fotos y se les pedía que las clasificaran igual que antes, pero esta vez disponían de todo el tiempo que deseaban para examinarlas. ¿El resultado? Las personas que ves durante un momento son más hermosas. En otras palabras, si vislumbras a una persona doblando una esquina o pasando en coche rápidamente, el sistema perceptivo te dirá que es más hermosa de lo que la considerarías en otras circunstancias. En los hombres este error de juicio es más poderoso que en las mujeres, presumiblemente porque ellos son más visuales a la hora de valorar el atractivo. Este «efecto vislumbre» concuerda con nuestra experiencia cotidiana, en la que un hombre ve brevemente a una mujer y cree haberse perdido a una singular belleza; luego, cuando ha doblado apresuradamente la esquina, descubre que se había equivocado. El efecto es claro, pero no la razón que hay detrás. ¿Por qué el sistema visual, contando tan sólo con una información fugaz, siempre prefiere creer que una mujer es más hermosa de lo que es en realidad? En ausencia de datos claros, ¿por qué su sistema perceptivo no opta por un término medio y juzga que la mujer es del montón, o incluso por debajo del montón?

La respuesta gira en torno a las exigencias de la reproducción. Si usted cree que una persona no atractiva a la que ha visto un momento es hermosa, sólo hay que echarle un vistazo más prolongado para corregir el error… y eso no cuesta mucho. Por otro

[119] Vaughn y Eagleman, «Faces briefly glimpsed».

lado, si se confunde y deja pasar de largo a una persona atractiva, ya le puede decir adiós a un futuro genético potencialmente color de rosa. De manera que el deber del sistema perceptivo consiste en hacernos creer el cuento de que una persona que hemos visto durante un instante es atractiva. Como ocurre con los demás ejemplos, todo lo que su cerebro consciente sabe es que acaba de pasar una belleza increíble conduciendo en sentido contrario en medio del tráfico; usted no posee acceso a la maquinaria nerviosa ni a las presiones evolutivas que le han fabricado esa creencia.

Los conceptos aprendidos de la experiencia también pueden sacar provecho de esos mecanismos integrados de la atracción. En un estudio reciente, los investigadores comprobaron si al exponer inconscientemente a una persona al concepto del alcohol, se estimularían (también de manera inconsciente) los conceptos asociados con alcohol, como el sexo y el deseo sexual.[120] A los hombres se les enseñaron palabras como *cerveza* o *maleza*, pero las palabras pasaban demasiado rápidamente para poder percibirlas de manera consciente. Posteriormente los hombres clasificaron el atractivo de las fotos de unas mujeres. Tras ser expuestos de manera inconsciente a palabras relacionadas con el alcohol (como *cerveza)*, los sujetos clasificaban las fotografías como más

[120] Friedman, McCarthy, Förster y Denzler, «Automatic effects». Incluso podría darse el caso de que otros conceptos relacionados con el alcohol (como la sociabilidad) pudieran activarse primándolos con palabras asociadas al alcohol, de tal manera que el simple hecho de ver (no beber) un vaso de vino pudiera facilitar la conversación y un mayor contacto visual. Una posibilidad más especulativa y que da más que pensar consistiría en que ver anuncios de alcohol en la carretera podría empeorar nuestra capacidad de conducción.

atractivas. Y en los varones que creían más intensamente que el alcohol aumenta el deseo sexual el efecto era aún más poderoso.

La atracción no es un concepto fijo, pero se adapta según las necesidades de la situación. Tomemos, por ejemplo, el concepto de estar en celo. Casi todos los mamíferos hembras emiten señales claras cuando están en celo. En los babuinos la parte posterior del trasero de las hembras se vuelve de un rosa intenso, una invitación inconfundible e irresistible para el afortunado babuino macho. Las hembras humanas, por otro lado, son únicas en el hecho de que participan en la copulación durante todo el año. No emiten ninguna señal especial que haga público que son fértiles.[121]

¿O sí? Resulta que una mujer se considera más hermosa justo en la cúspide de fertilidad de su ciclo menstrual, más o menos diez días antes de la menstruación.[122] Lo juzgue un hombre o una mujer, es algo cierto, y nada tiene que ver con cómo se comporte: lo perciben incluso aquellos que miran una foto suya. Por lo que su buen aspecto transmite su nivel de fertilidad. Sus señales son más útiles que el trasero de un babuino, pero sólo necesitan ser lo bastante claras para estimular la maquinaria inconsciente y especializada de los hombres de la habitación. Si es capaz de alcanzar esos circuitos, su misión está cumplida. También puede alcanzar el circuito de otras mujeres: las mujeres son muy sensibles al efecto del ciclo de otras mujeres, quizá porque eso les permite evaluar a sus

[121] La ovulación oculta (así como la fertilización interna, en oposición a poner huevos externamente) podría haber surgido como mecanismo para alentar a los machos a prestar más atención a sus parejas femeninas en todas las épocas del año, disminuyendo así las probabilidades de que las abandonaran.

[122] Roberts, Havlicek y Flegr, «Female facial attractiveness increases».

competidoras en su pugna por conseguir varón. Todavía no está claro cuáles son los indicios que delatan la fertilidad: podrían incluir alguna cualidad de la piel (como que el tono se vuelva más ligero durante la ovulación) o el hecho de que las orejas y los pechos de las mujeres se vuelven más simétricos en los días anteriores a la ovulación.[123] Sea cual sea la constelación de pistas, nuestros cerebros han sido creados para detectarlas, mientras que la mente consciente no tiene acceso a ellas. La mente simplemente percibe la todopoderosa e inexplicable sacudida del deseo.

Los efectos de la ovulación y la belleza no son sólo evaluados en el laboratorio, sino que se pueden medir en situaciones de la vida real. Un estudio reciente llevado a cabo por unos científicos de Nuevo México contaba las propinas conseguidas por las bailarinas en los locales de striptease de la zona, y las relacionaba con los ciclos menstruales de las bailarinas.[124] Durante el punto más alto de su fertilidad, las bailarinas ganaban una media de 68 dólares la hora. Cuando menstruaban, ganaban sólo 35 dólares. Entremedio, la ganancia habitual era de unos 52 dólares. Aunque esas mujeres supuestamente actuaban con una gran capacidad de coqueteo durante todo el mes, el cambio de fertilidad llegaba a sus ilusionados clientes mediante cambios en el olor corporal, la piel, la relación cintura-cadera, y probablemente también en su seguridad

[123] Simetría de orejas, pechos y dedos durante la ovulación: Manning, Scutt, Whitehouse, Leinster y Walton, «Asymmetry», Scutt y Manning, «Symmetry»; para el tono de piel más claro, véase Van den Berghe y Frost, «Skin color preference».

[124] G. F. Miller, J. M. Tybur y B. D. Jordan, «Ovulatory cycle effects on tip earnings by lap-dancers: Economic evidence for human estrus?», *Evolution and Human Behavior*, 28 (2007): 375-381.

en sí mismas. Es interesante observar que las bailarinas que tomaban la píldora anticonceptiva no mostraban ningún pico claro en sus ingresos, y ganaban sólo una media mensual de 37 dólares la hora (en comparación con la media de 53 dólares de las bailarinas que no la tomaban). Es de presumir que ganaban menos porque la píldora da lugar a cambios (y pistas) hormonales que indican que quien la toma está en la primera fase de la gestación, con lo que interesaban menos a los Casanovas del club de caballeros.

¿Qué nos dice esta investigación? Nos dice que las bailarinas de striptease preocupadas por sus ingresos deberían eliminar la contracepción y doblar el turno justo antes de la ovulación. Y lo más importante, nos permite comprender que la belleza de la mujer (u hombre) está naturalmente predestinada. No tenemos acceso consciente a los programas, y podemos comprenderlos sólo mediante estudios concienzudos. Observemos que a los cerebros se les da bastante bien detectar las pistas más útiles. Regresemos ahora a la persona más hermosa que conoce, e imagine que mide la distancia entre sus ojos, así como la longitud de su nariz, el grosor de sus labios, la forma de la barbilla, etc. Si comparara esas medidas con las de una persona no tan atractiva, descubrirá que las diferencias son sutiles. Pero un alienígena o un pastor alemán serían incapaces de distinguir a los dos humanos, al igual que para nosotros resulta difícil afirmar cuándo un alienígena o un pastor alemán es atractivo y cuándo no. Pero las pequeñas diferencias dentro de su propia especie ejercen un gran efecto en su cerebro.

Por ejemplo, a algunas personas les vuelve locas ver a una mujer en unos shorts de esos tan cortos, y en cambio encuentran que un hombre resulta repulsivo con esos mismos shorts, aun cuando desde una perspectiva geométrica las dos imágenes sean apenas distintas. Nuestra capacidad de llevar a cabo distinciones sutiles es exquisitamente refinada; nuestros cerebros han sido creados para realizar las tareas perfectamente definidas de la selección y el asedio de la pareja. Todo ello ocurre bajo la superficie de la conciencia: simplemente disfrutamos de las hermosas sensaciones que afloran como burbujas.

* * * *

A la hora de juzgar la belleza, no sólo nos basamos en el sistema visual, sino que también influye el olor. El olor transporta una gran cantidad de información, por ejemplo acerca de la edad de la posible pareja, su sexo, fertilidad, identidad, emociones y salud. La información se desplaza mediante una flotilla de moléculas que surcan el aire. En muchas especies animales, esta mezcla impulsa el comportamiento casi por completo; en los humanos, la información a menudo vuela por debajo del radar de la percepción consciente, aunque sin embargo influye en nuestro comportamiento.

Imaginemos que le presentamos a un ratón hembra una selección de machos con los que copular. Su elección, lejos de ser azarosa, se basará en la interacción de su genética y la genética de sus pretendientes. ¿Pero cómo accede la hembra a ese tipo de información oculta? Todos los mamíferos disponen de una serie de

genes conocidos como el complejo mayor de histocompatibilidad (CMH, MHC en inglés); estos genes desempeñan un papel clave en nuestros sistemas inmunológicos. Al planteársele la elección, el ratón escogerá una pareja con genes CMH *distintos*. En biología mezclar las reservas genéticas es siempre una buena idea: mantiene los defectos genéticos al mínimo y conduce a una saludable interacción de los genes conocida como vigor híbrido. Así pues, encontrar parejas genéticamente distintas resulta útil. ¿Pero cómo lo consiguen los ratones, que están casi totalmente ciegos? Con la nariz. Dentro de ella hay un órgano que selecciona las feromonas, unos componentes químicos que flotan y transportan señales a través del aire, señales que pueden dar la alarma o comunicar información acerca de cómo llegar hasta la comida, la buena disposición sexual y, en este caso, la similitud de diferencias genéticas.

¿Perciben y responden los humanos a las feromonas del mismo modo que los ratones? Nadie lo sabe con seguridad, pero investigaciones recientes han descubierto receptores en el recubrimiento de la nariz humana exactamente igual que los que utilizan los ratones en sus señales por feromonas.[125] No está claro si nuestros receptores son funcionales, pero la investigación conductual sugiere que sí.[126] En un estudio llevado a cabo por la Universidad de Berna, los investigadores midieron y cuantificaron

[125] Liberles y Buck, «A second class». Como los humanos también transportan los genes para su familia de receptores, es el camino más prometedor donde husmear cuando se investiga el papel de las feromonas en los humanos.

[126] Pearson, «Mouse data».

los CMH de un grupo de estudiantes masculinos y femeninos.[127] A los masculinos se les dieron camisetas de algodón para que se las pusieran, a fin de que el sudor diario empapara bien la tela. Luego, de vuelta en el laboratorio, las hembras hundieron la nariz en las axilas de esas camisetas y escogieron qué olor corporal preferían. ¿El resultado? Exactamente como los ratones, preferían los machos con un CMH más distinto. Al parecer, nuestra nariz también influye en nuestra elección, con lo que la misión reproductiva también vuela por debajo del radar de la conciencia.

Más allá de la reproducción, las feromonas humanas también pueden transportar señales invisibles en otras situaciones. Por ejemplo, los recién nacidos se mueven preferentemente hacia una almohadilla en la que se ha frotado el pecho de la madre antes que hacia una limpia, siguiendo, al parecer, pistas feromonales.[128] Y la longitud de los ciclos menstruales de una mujer podría llegar a cambiar después de haber olido el sudor de la axila de otra mujer.[129]

Aunque está claro que las feromonas transportan señales, se desconoce hasta qué punto influyen en el comportamiento humano. Nuestra cognición posee tantas capas que estas pistas han quedado

---

127 C. Wedekind, T. Seebeck, F. Bettens y A. J. Paepke, «MHC-dependent mate preferences in humans», *Proceeding of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, 260, n.º 1359 (1995): 245-249.

128 Varendi y Porter, «Breast odour».

129 Stern y McClintock, «Regulation of ovulation by human pheromones». Aunque existe la extendida creencia de que las mujeres que viven juntas sincronizan sus ciclos menstruales, parece ser que no es cierto. Concienzudos estudios de los informes originales (y posteriores estudios a gran escala) muestran que las fluctuaciones estadísticas pueden dar la *percepción* de sincronía, pero que no son más que un hecho fortuito. Véase Zhengwei y Schank, «Women do not synchronize».

reducidas a actores secundarios. Sea cual sea el papel que puedan tener, las feromonas sirven para recordarnos que el cerebro evoluciona continuamente: estas moléculas revelan la presencia de una herencia de software un tanto anticuada.

§. ¿Infidelidad en los genes?

Piense en el cariño que siente por su madre, y la buena suerte de que ella le correspondiera, sobre todo cuando, siendo un bebé indefenso, la necesitaba. Ese tipo de vínculo es bastante fácil de imaginar como un hecho natural. Pero no hay más que rascar en la superficie para descubrir que los vínculos sociales se basan en sofisticados sistemas de señales químicas. Y no ocurre por defecto; ocurre a propósito. Cuando se manipulan genéticamente las crías de ratón para que carezcan de un tipo especial de receptor en el sistema opioide (que interviene en la supresión del dolor y la recompensa), dejan de importarles el estar separados de sus madres.[130] Profieren menos gritos. Esto no significa que las cosas en general no les importen, de hecho, reaccionan más que los ratones normales ante un macho amenazante o a temperaturas frías. Se trata simplemente de que no parecen tener ningún vínculo con la madre. Cuando se les da a elegir entre los olores procedentes de su madre y los olores de un ratón desconocido, les da igual elegir uno que otro. Lo mismo sucede cuando se les presenta el nido de su madre y el nido de una desconocida. En otras palabras, en el caso de los cachorros tienen que funcionar los programas genéticos

[130] Moles, Kieffer y D'Amato, «Deficit in attachment behavior».

correctos para que se interesen por sus madres. Este tipo de problema podría explicar trastornos que implican dificultades con el afecto, como por ejemplo el autismo.

El tema de la fidelidad a la pareja está relacionado con el tema del vínculo parental. El sentido común nos dirá que la monogamia es una decisión basada en el carácter moral, ¿no? Pero, para empezar, eso nos lleva a la cuestión de qué constituye el «carácter». ¿Podría estar también guiado por mecanismos que vuelan por debajo del radar de la conciencia?

Consideremos el ratón de campo. Esta pequeña criatura excava caminos subterráneos poco profundos y permanece activa todo el año. Pero contrariamente a otros ratones y otros mamíferos en general, este ratón permanece monógamo. Forma vínculos de pareja que duran toda la vida, y anidan juntos, se dan calor, se cuidan y crían a los hijos como un equipo. ¿Por qué muestran este comportamiento de relación comprometida mientras sus primos cercanos son más disipados? La respuesta se basa en las hormonas.

Cuando un ratón macho copula repetidamente con una hembra, se libera en su cerebro una hormona llamada vasopresina. La vasopresina está relacionada con receptores situados en una parte del cerebro llamada núcleo accumbens, y la hormona transmite una sensación placentera que se asocia con la hembra. Esto da pie a la monogamia, que también se conoce como vínculo de pareja. Si se bloquea esta hormona, el vínculo de pareja desaparece. De manera asombrosa, cuando los investigadores subieron los niveles de

vasopresina con técnicas genéticas, indujeron un comportamiento monógamo en especies polígamas.[131]

¿Tiene alguna importancia la vasopresina en las relaciones humanas? En 2008, un equipo de investigación del Instituto Karolinska, en Suecia, examinó el gen del receptor de vasopresina en 552 hombres en relaciones heterosexuales a largo plazo.[132] Los investigadores descubrieron que una parte del gen llamado RS3 334 puede aparecer en número variable: un hombre podría no tener ninguna copia de esta sección, una copia o dos. Cuantas más copias, más débil es el efecto que la vasopresina tendría en el flujo sanguíneo. Los resultados fueron sorprendentes en su simplicidad. El número de copias guardaba correlación con el comportamiento monógamo de los hombres. Los hombres con más copias deRS3 334 sacaban peor nota al medir su vínculo de pareja, entre cuyas medidas había la solidez de su relación, los problemas maritales percibidos y la calidad marital percibida por sus esposas. Los que tenían dos copias tenían más posibilidades de quedar solteros, y si se casaban, tenían más posibilidades de sufrir problemas maritales.

Esto no significa que el libre albedrío y el entorno no cuenten…, desde luego que cuentan. Pero sí significa decir que entramos en el mundo con disposiciones distintas. Es posible que algunos hombres sientan una inclinación genética a tener y mantener una sola pareja, y que otros no. En un futuro próximo, las jóvenes que estén

[131] Lim et al., «Enhanced partner preference».

[132] H. Walum, L. Westberg, S. Henningsson, J. M. Neiderhiser, D. Reiss, W. Igl, J. M. Ganiban et al., «Genetic variation in the vasopressin receptor 1a gene (AVPR1A) associates with pairbonding behavior in humans», *PNAS,* 105, n.º 37 (2008): 1415314156.

al tanto de las publicaciones científicas podrían exigir pruebas genéticas a sus novios para evaluar la probabilidad de que se conviertan en maridos fieles.

Recientemente, los psicólogos evolutivos han comenzado a ocuparse del amor y el divorcio. No les ha llevado mucho tiempo observar que cuando las personas se enamoran, existe un periodo de hasta tres años de duración en el cual el ardor y la pasión alcanzan un punto máximo. Las señales internas del cuerpo y el cerebro son literalmente una droga amorosa. Y entonces comienza a declinar. Desde esta perspectiva, estamos preprogramados para perder interés en una pareja sexual después de que haya pasado el tiempo necesario para criar un hijo, que es, de media, unos cuatro años.[133] La psicóloga Helen Fisher sugiere que estamos programados igual que los zorros, que mantienen un vínculo de pareja durante la época de cría y permanecen juntos el tiempo suficiente para criar a su retoño, y luego se separan. Al investigar el divorcio en casi sesenta países, Fisher ha descubierto que éste es mucho más frecuente más o menos cuatro años después del matrimonio, algo coherente con su hipótesis.[134] Desde su perspectiva, la droga del amor, generada internamente, no es más que un mecanismo eficiente para que los hombres y las mujeres permanezcan juntos el tiempo suficiente para aumentar la probabilidad de supervivencia de sus hijos. Dos progenitores son mejor que uno para la

[133] Winston, *Human Instinct*.

[134] Fisher, *Anatomy of Love*.

supervivencia, y la manera de conseguir esa seguridad es convencerlos para que permanezcan juntos.

Del mismo modo, los ojos grandes y las caras redondeadas de los bebés nos parecen una monada no porque posean una «monería» natural, sino por la importancia evolutiva de que los adultos cuiden de los bebés. Las líneas genéticas que no encontraron monos a sus bebés ya no existen, porque no los cuidaron debidamente. Pero los supervivientes como nosotros, cuyo *umwelt* mental nos impide *no* encontrar monos a los bebés, criamos con éxito a nuestros hijos para que formen la próxima generación.

* * * *

En este capítulo hemos visto que nuestros instintos más profundos, así como los tipos de pensamientos que tenemos y que incluso *podemos* tener, están impresos en la maquinaria a un nivel muy profundo. «Eso es una gran noticia», podría pensar usted. «Mi cerebro está haciendo las cosas bien para sobrevivir, ¡y ni siquiera tengo que pensar en ello!» Cierto, es una gran noticia. La parte inesperada es que su *yo* consciente es el personaje más secundario del cerebro. Es una especie de joven monarca que hereda el trono y se atribuye la gloria del país… sin fijarse jamás en los millones de trabajadores que hacen que la nación funcione.

Necesitaremos hacer acopio de valor para comenzar a considerar las limitaciones de nuestro paisaje mental. Regresando a la película *El show de Truman*, hay un momento en que una mujer anónima le sugiere por teléfono al productor que el pobre Truman, que sin saberlo aparece en televisión delante de una audiencia de millones

de personas, no es tanto un intérprete como un prisionero. El productor le contesta tranquilamente:

> *¿Y podría afirmar que no es usted también un actor en el escenario de la vida, alguien que interpreta un papel ya asignado? Él puede dejarlo en cualquier momento. Si la suya fuera algo más que una vaga ambición, si estuviera totalmente decidido a descubrir la verdad, no tenemos cómo impedírselo. Creo que lo que realmente le incomoda es que, en última instancia, Truman prefiere la comodidad de su «celda», como usted la llama.*

A medida que comenzamos a explorar el escenario en que nos encontramos, descubrimos que hay un vasto territorio más allá de nuestro *umwelt*. La investigación es lenta y gradual, pero engendra un profundo sobrecogimiento ante la vastedad del estudio de producción.

Ya estamos preparados para pasar a un nivel más profundo del cerebro, para descubrir otra capa de secretos acerca de lo que nos hemos referido alegremente como el *yo*, como si fuera una sola entidad.

Capítulo 5

El cerebro es un equipo de rivales

¿Me contradigo?
Muy bien, pues me contradigo.
(Soy grande, contengo multitudes.)
WALT WHITMAN,
Canto de mí mismo

Contenido:

§. ¿Quiere el auténtico Mel Gibson hacer el favor de ponerse en pie?

§. Soy grande, contengo multitudes

§. La democracia de la mente

§. El sistema bipartidista dominante: razón y emoción

§. Tiempo de matemáticas, tiempo de matar

§. Por qué el diablo puede darle la fama ahora a cambio de su alma después

§. El Ulises presente y futuro

§. De muchas mentes

§. Reinvención incesante

§. La solidez de un sistema multipartidista

§. Mantener la unión: las guerras civiles en la democracia del cerebro

§. «E PLURIBUS UNUM»

§. ¿Por qué tenemos conciencia?

§. ¿Dónde está C3PO?

§. ¿Quiere el auténtico Mel Gibson hacer el favor de ponerse en pie?

El 28 de julio de 2006, al actor Mel Gibson lo paró la policía por conducir a casi el doble de la velocidad límite por la autopista del Pacífico de Malibú, California. El agente de policía, James Mee, lo sometió a la prueba de alcoholemia, que reveló que el nivel de alcohol en la sangre de Gibson era de 0,12, muy por encima del límite legal. En el asiento contiguo al de Gibson había una botella abierta de tequila. El agente informó a Gibson de que estaba arrestado y le pidió que entrara en el coche patrulla. Lo que distinguió ese arresto de otros por ebriedad en Hollywood fueron los comentarios sorprendentes y fuera de lugar de Gibson, quien farfulló: «Putos judíos... Los judíos son los responsables de todas las guerras del mundo.» A continuación le preguntó al agente: « ¿Es usted judío?» Dio la casualidad de que Mee era judío. Gibson se negó a entrar en el coche patrulla y tuvo que ser esposado.

Menos de diecinueve horas después, la página web de famosos TMZ.com obtuvo una filtración del informe manuscrito del arresto y lo colgó inmediatamente. El 29 de julio, tras una vigorosa reacción de los medios de comunicación, Gibson presentó una nota de disculpa:

> *Tras beber alcohol el jueves por la noche, hice algunas cosas que estuvieron mal y de las que me avergüenzo. (...) Me comporté como una persona totalmente fuera de control cuando me*

arrestaron, y dije cosas que no creo que sean ciertas y que son despreciables. Me siento profundamente avergonzado de todo lo que dije y me disculpo ante cualquiera que pudiera sentirse ofendido. (...) Me he deshonrado a mí y a mi familia con mi comportamiento, y lo siento de verdad. He combatido la enfermedad del alcoholismo durante toda mi vida adulta y lamento profundamente esta horrible recaída. Me disculpo por cualquier comportamiento impropio de mí en el estado de ebriedad en que me encontraba, y ya he dado los pasos necesarios para procurar superar esa enfermedad.

Abraham Foxman, director de la Liga Antidifamación, expresó su indignación ante el hecho de que en la disculpa no hubiera ninguna referencia a su afrenta antisemita. En su respuesta, Gibson publicó una nota de disculpa más larga específicamente dirigida a la comunidad judía:

No hay excusa, ni debería existir ninguna tolerancia, para cualquiera que crea o exprese cualquier tipo de comentario antisemita. Quiero disculparme de manera concreta ante cualquier miembro de la comunidad judía por las palabras vitriólicas y perniciosas que pronuncié ante un agente de la ley la noche en que fui arrestado por conducir en estado de embriaguez. (...) Los principios de lo que profeso creer dictan que he de ejercitar la caridad y la tolerancia como modo de vida. Todo ser humano es hijo de Dios, y si deseo honrar a mi Dios tengo que honrar a sus hijos. Pero, por favor, quiero decirles desde el

fondo de mi corazón que no soy antisemita. No soy intolerante. Cualquier tipo de odio va en contra de mi fe.

Gibson propuso encontrarse con los líderes de la comunidad judía para «hallar el camino adecuado a la reconciliación». Parecía verdaderamente contrito, y Abraham Foxman aceptó su disculpa en nombre de la Liga Antidifamación.

¿Es en verdad Gibson antisemita? ¿O su verdadera personalidad es la que mostró después, en sus disculpas elocuentes y aparentemente sinceras?

En un artículo del *Washington Post* titulado «Mel Gibson: Quien habló no fue sólo el tequila», Eugene Robinson escribió: «Bueno, siento mucho su recaída, pero no me trago la idea de que un poco de tequila, y ni siquiera mucho tequila, pueda convertir a una persona sin prejuicios en un furioso antisemita... o en racista, o en homófobo, o en un fanático de uno u otro tipo. El alcohol elimina las inhibiciones, permite que todas las opiniones fluyan sin censura. Pero, para empezar, no se puede culpar al alcohol de crear y alimentar esas opiniones.»

Apoyando ese punto de vista, Mike Yarvitz, el productor de televisión de *Scarborough Country*, bebió alcohol en el programa hasta que alcanzó un nivel en su sangre de 0,12 %, el nivel de Gibson la noche de su arresto. Yarvitz informó de que no albergaba «ningún sentimiento antisemita» después de beber.

Robinson y Yarvitz, al igual que muchos otros, sospecharon que el alcohol había aflojado las inhibiciones de Gibson y revelado su

auténtica personalidad. Y la naturaleza de su sospecha posee una larga historia: el poeta griego Alceo de Mitilene acuñó la expresión popular *En oino álétheia* (En el vino está la verdad), que fue repetida por Plinio el Viejo, *In vino veritas*. El talmud babilónico contiene un pasaje en el mismo sentido: «Entró el vino y salió un secreto.» Posteriormente aconseja: «En tres cosas se revela un hombre: en su copa de vino, en su bolsa y en su cólera.» El historiador romano Tácito afirmaba que los pueblos germánicos siempre bebían alcohol mientras celebraban un consejo para impedir que nadie mintiera.

Pero no todo el mundo estuvo de acuerdo con la hipótesis de que el alcohol reveló al verdadero Mel Gibson. El escritor del *National Review* John Derbyshire afirmó que: «El tipo estaba borracho, por amor de Dios. Todos decimos y hacemos cosas estúpidas cuando estamos borrachos. Si me juzgaran por mis escapadas y locuras de borrachera, me excluirían completamente de la buena sociedad, y también a usted, a menos que sea una especie de santo.» El activista conservador judío David Horowitz comentó en Fox News: «La gente merece compasión cuando se mete en este tipo de líos. Creo que sería muy descortés que la gente se la negara.» El psicólogo especialista en adicciones G. Alan Marlatt escribió en *USA Today*: «El alcohol no es el suero de la verdad. (...) Podría indicar o no sus auténticos sentimientos.»

De hecho, la tarde anterior al arresto Gibson había estado en casa de un amigo, el productor de cine judío Dean Devlin, quien afirmó: «He estado con Mel cuando ha recaído en el alcoholismo, y se convierte en una persona completamente distinta. Es algo

horripilante.» También afirmó: «Si Mel es antisemita, el hecho de que pase tanto tiempo con nosotros [Devlin y su mujer, que también es judía] no tiene ningún sentido.»

Así pues, ¿cuál es el «verdadero» Gibson? ¿El que profiere comentarios antisemitas o el que siente remordimientos y vergüenza y afirma en público: «Tiendo la mano a la comunidad judía en busca de ayuda»?

Mucha gente tiene una visión de la naturaleza humana que incluye una cara auténtica y una cara falsa: en otras palabras, los seres humanos poseen un único objetivo auténtico, y el resto es decoración, evasión o disimulo. Es algo intuitivo pero incompleto. Un estudio del cerebro precisa una visión de la naturaleza humana más matizada. Como lo veremos en este capítulo, estamos hechos de muchas subpoblaciones nerviosas; como lo expresó Whitman: contenemos «multitudes». Aun cuando los detractores de Gibson siguen insistiendo en que es realmente antisemita, y sus defensores en que no, es posible que ambos defiendan una historia incompleta que apoye sus propias inclinaciones. ¿Hay alguna razón para creer que en nuestro cerebro puede haber partes racistas y otras no racistas?

§. Soy grande, contengo multitudes

A lo largo de la década de 1960, los pioneros de la inteligencia artificial pasaron muchas noches en vela intentando construir sencillos programas robóticos que pudieran manipular pequeños bloques de madera: encontrarlos, cogerlos y amontonarlos siguiendo

un orden. Fue uno de esos problemas aparentemente simples que resultan ser tremendamente difíciles. Después de todo, encontrar un bloque de madera exige averiguar qué píxeles de la cámara corresponden al bloque y cuáles no. Hay que reconocer la forma del bloque sea cual sea el ángulo y la distancia de éste. Captar todo eso exige guías visuales que deben funcionar en el momento adecuado, proceder de la dirección adecuada y actuar con la fuerza adecuada. Amontonarlos exige un análisis del resto de los bloques y una adaptación de esos detalles. Y todos estos programas deben coordinarse para que ocurran en el momento adecuado y en la secuencia adecuada. Como hemos visto en los capítulos anteriores, tareas que parecen simples pueden requerir una gran complejidad computacional.

Hace unas décadas, al enfrentarse a este difícil problema de robótica, el científico informático Marvin Minsky y sus colegas introdujeron una idea progresiva: quizá el robot podría solventar el problema distribuyendo la labor entre subagentes especializados: pequeños programas de ordenador que se encargarían de una pequeña parte del problema. Un programa estaría a cargo del trabajo de *encontrar*. Otro solucionaría el problema de *coger*, y otro se encargaría de *amontonar el bloque*. Estos subagentes mecánicos podrían conectarse en una jerarquía, igual que una empresa, y podrían informarse entre ellos y a sus jefes. Obedeciendo esta jerarquía, *amontonar bloques* no debería comenzar hasta que *encontrar* y *coger* no hubieran terminado su labor.

Esta idea de los subagentes no resolvió el problema por completo, pero algo ayudó. Y, lo más importante, alumbró una nueva idea a la hora de comprender cómo funciona el cerebro biológico. Minsky sugirió que las mentes humanas podrían ser agrupaciones de enormes cantidades de subagentes conectados que funcionarían como una máquina, de manera mecánica.[135] La idea clave es que una gran cantidad de trabajadores pequeños y especializados pueden dar lugar a algo parecido a una sociedad, algo que posee abundantes propiedades que ningún subagente solitario puede poseer por sí solo. Minsky escribió: «Cada agente mental por sí solo puede llevar a cabo solamente una tarea sencilla que no necesita la participación de la mente y del pensamiento. Sin embargo, cuando unimos todos estos agentes en sociedades –de forma muy especial–, esto conduce a la inteligencia.» Desde esta perspectiva, miles de pequeñas mentes son mejores que una grande.

Para apreciar este enfoque, consideremos cómo funcionan las fábricas: cada persona de la línea de montaje está especializada en un solo aspecto de la producción. Nadie sabe hacerlo todo; y si lo hicieran, eso tampoco equivaldría a una producción eficiente. Así es también como operan los ministerios del gobierno: cada burócrata posee una tarea o unas pocas específicas, y el gobierno tiene éxito o no dependiendo de su capacidad para distribuir el trabajo de manera adecuada. A una escala mayor, las civilizaciones actúan del mismo modo: cada uno alcanza el siguiente nivel de sofisticación cuando aprende a dividir el trabajo, dedicando algunos expertos a la

[135] Véase el libro de Marvin Minsky de 1986 *The Society of Mind*.

agricultura, otros al arte, otros a la guerra, etc.[136] La división del trabajo permite la especialización a un nivel más profundo de competencia.

La idea de dividir los problemas en subrutinas impulsó el joven campo de la inteligencia artificial. En lugar de intentar desarrollar un solo programa de ordenador o robot que sirviera para todo, los científicos pasaron a dedicarse a equipar el sistema con redes «competentes y locales» más pequeñas que saben hacer una cosa y la hacen bien.[137] Dentro de este esquema, el sistema más grande sólo tiene que decidir cuál de los expertos posee el control en un

---

136 Diamond, *Guns, Germs, y Steel*.

137 Para una concreta ilustración de las ventajas e inconvenientes de una arquitectura «de sociedad», considere el concepto de arquitectura de subsunción, del que fue pionero el experto en robótica Rodney Brooks (Brooks, «A robust layered»). La unidad básica de organización de la arquitectura de subsunción es el módulo. Cada módulo se especializa en alguna tarea independiente de bajo nivel, como controlar un sensor o un mando. Los módulos operan de manera independiente, y cada uno lleva a cabo su propia tarea. Cada módulo tiene una señal de entrada y salida. Cuando la entrada de un módulo excede un umbral predeterminado, se activa la salida del módulo. Las entradas proceden de sensores u otros módulos. Cada módulo acepta también una señal de supresión y una señal de inhibición. Una señal de supresión anula la señal de entrada normal. Una señal de inhibición hace que la salida quede completamente inhibida. Estas señales permiten que los comportamientos se anulen unos a otros para que el sistema pueda producir un comportamiento coherente. Para producir un comportamiento coherente, los módulos están organizados en capas. Cada capa podría ejecutar un comportamiento, como *pasear* o *seguir a un objeto en movimiento*. Estas capas son jerárquicas: las capas superiores pueden inhibir el comportamiento de las inferiores mediante la inhibición o la supresión. Esto proporciona a cada nivel su propio rango de control. Esta arquitectura asocia estrechamente percepción y acción, produciendo una máquina enormemente reactiva. Pero la desventaja es que todas las pautas de comportamiento de estos sistemas están preconectados. Los agentes de subsunción son rápidos, pero necesitan que el mundo les diga qué hacer; actúan por puro reflejo. En parte, los agentes de subsunción están lejos de poseer un comportamiento inteligente, porque carecen de un modelo interno del mundo del que extraen conclusiones. Rodney Brooks afirma que ello supone una ventaja: al carecer de representación, la arquitectura evita el tiempo necesario para leer, escribir, utilizar y mantener los modelos del mundo. Pero de alguna manera, los cerebros humanos introducen el tiempo, y tienen maneras inteligentes de hacerlo. Mi idea es que los cerebros humanos sólo podrán simularse yendo más allá de la línea de montaje de expertos aislados y pasando a la idea de una democracia de la mente basada en el conflicto, en la que múltiples partidos hacen uso de sus votos en los mismos temas.

momento dado. El reto del aprendizaje consiste ahora no tanto en cómo hacer cada pequeña tarea, sino más bien en cómo distribuir quién está haciendo qué y cuándo.[138]

Tal como sugiere Minsky en su libro *La sociedad de la mente,* quizá eso es todo lo que tiene que hacer también el cerebro humano. Haciéndose eco del concepto del instinto de William James, Minsky observa que si el cerebro realmente funciona así –como una agrupación de subagentes–, no tendríamos razón alguna para ser conscientes de los procesos especializados:

> *Miles, y quizá millones, de pequeños procesos deben intervenir en cómo anticipamos, imaginamos, planeamos, predecimos y prevenimos; y sin embargo, todo esto se lleva a cabo de manera tan automática que lo consideramos «el sentido común». (...) Al principio podría parecer increíble que nuestra mente fuera capaz de utilizar una máquina tan bien intrincada y sin embargo no ser conscientes de ella*[139]

Cuando los científicos comenzaron a investigar los cerebros de los animales, esta idea de la sociedad de la mente abrió nuevas perspectivas a la hora de analizar el problema. A principios de la década de 1970, los investigadores comprendieron que la rana, por ejemplo, poseía al menos dos mecanismos distintos para detectar el movimiento: un sistema dirige los propios movimientos de la lengua de la rana hacia objetos pequeños y veloces, como las moscas,

---

[138] Por ejemplo, este enfoque se utiliza habitualmente en las redes nerviosas artificiales: Jacobs, Jordan, Nowlan y Hinton, «Adaptive mixtures».

[139] Minsky, *Society of Mind*.

mientras que un segundo sistema ordena a las patas que salten en respuesta a objetos grandes e imponentes.[140] Es de suponer que ninguno de los dos sistemas es consciente, sino que más bien son programas simples y automatizados impresos en el circuito.

El concepto de sociedad de la mente fue un importante paso hacia delante. Pero, a pesar del entusiasmo inicial que provocó, ese grupo de expertos sometidos a la división del trabajo nunca ha resultado ser suficiente para explicar las propiedades del cerebro humano. Nuestros robots más inteligentes siguen siéndolo menos que un niño de tres años.

¿Cuál fue el error, entonces? Sugiero que en los modelos de división del trabajo se ha pasado por alto un factor crítico, que ahora pasaremos a contemplar.

§. La democracia de la mente

El factor que la teoría de Minsky pasó por alto fue el de la *competencia* entre expertos, donde todos creen saber la manera correcta de resolver el problema. Al igual que en una buena obra de teatro, el cerebro humano se basa en el conflicto.

En una línea de montaje o en un ministerio gubernamental, cada trabajador es un experto en una pequeña tarea. Por el contrario, los partidos políticos de una democracia sostienen opiniones distintas *acerca de los mismos temas*, y la parte importante del proceso es la batalla por guiar la nave del Estado. Los cerebros son como

[140] Ingle, «Two visual systems», comentado en un marco de referencia más amplio por Milner y Goodale, *The Visual Brain*.

democracias representativas.[141] Están compuestos de múltiples expertos que se solapan, y que son quienes discuten y defienden opciones distintas. Tal como Walt Whitman conjeturó de manera correcta, somos grandes y albergamos multitudes. Y esas multitudes libran una batalla crónica.

Existe una conversación permanente entre las diferentes facciones de su cerebro, y cada una compite por controlar el único canal de salida, que es su comportamiento. Como resultado, puede llevar a cabo las extrañas proezas de discutir consigo mismo, insultarse y engatusarse para hacer algo: proezas que nuestros ordenadores modernos simplemente son incapaces de hacer. Cuando la anfitriona de una fiesta le ofrece tarta de chocolate, se encuentra entre la espada y la pared: hay partes de su cerebro que han evolucionado para desear la rica fuente de energía que es el azúcar, y otras que se preocupan por las consecuencias negativas, como la salud de su corazón o el volumen de sus michelines. Una parte de usted quiere la tarta, y otra parte intenta reunir la entereza para renunciar a ella. El voto final del parlamento determina qué parte controla su acción, es decir, si alarga la mano o la levanta. Al final, se come la tarta de chocolate o no, pero no puede hacer las dos cosas.

Debido a estas multitudes internas, las criaturas biológicas pueden estar en conflicto. El término *conflicto* no podría ser acertadamente

[141] Para la importancia del conflicto en el cerebro, véase Edelman, *Computing the Mind*. Un cerebro óptimo puede estar compuesto por agentes en conflicto; véase Livnat y Pippenger, «An optimal brain»; Tversky y Shafir, «Choice under conflict»; Festinger, *Conflict, Decision, and Dissonance*. Véase también Cohen, «The vulcanization», y McClure et al., «Conflict monitoring».

aplicado a una entidad que posee un solo programa. Su coche no puede tener ningún conflicto acerca de hacia dónde girar: posee un volante dirigido por un solo conductor, y sigue las órdenes sin queja alguna. El cerebro, por otro lado, puede tener dos opiniones, y a menudo muchas más. No sabemos si girar hacia la tarta o apartarnos de ella, pues hay varias manos en el volante de nuestro comportamiento.

Consideremos el siguiente experimento sencillo con una rata de laboratorio: si coloca comida *y* una descarga eléctrica al final de un corredor, la rata se queda parada a cierta distancia del final. Comienza a acercarse, pero retrocede; comienza a retroceder pero de pronto encuentra valor para volver a acercarse. Oscila, en conflicto.[142] Si le coloca a la rata un pequeño arnés para medir la fuerza con la que avanza exclusivamente hacia la comida, y de manera separada mide la fuerza con que se aparta de la descarga eléctrica, descubrirá que la rata se queda atascada en el punto en que las dos fuerzas son iguales y se anulan. La atracción es igual a la repulsión. La desconcertada rata tiene dos pares de patas sobre el volante, y cada una tira en dirección contraria, con el resultado de que no puede ir hacia ninguna parte.

Los cerebros –ya sean humanos o de rata– son máquinas compuestas de partes en conflicto. Si construir un artilugio con divisiones internas parece extraño, considere que ya hemos construido máquinas sociales de este tipo: acuérdese del jurado popular. A doce desconocidos con diferentes opiniones se les asigna

[142] Miller, «Personality», tal como se cita en Livnat y Pippenger, «An optimal brain».

la tarea de llegar a un consenso. Los miembros del jurado debaten, intentan convencerse, se influyen, ceden..., y al final el jurado consigue tomar una decisión. Tener opiniones distintas no es obstáculo para el sistema del jurado, sino su rasgo fundamental.

Inspirado por el arte de construir consensos, Abraham Lincoln decidió colocar a sus adversarios William Seward y Salmon Chase en el gabinete presidencial. Escogió, en la memorable expresión de la historiadora Doris Kearns Goodwin, un equipo de rivales. Los equipos de rivales son fundamentales en la moderna estrategia política. En febrero de 2009, cuando la economía de Zimbabue estaba en caída libre, el presidente Robert Mugabe consintió en compartir el poder con Morgan Tsvangirai, un rival al que anteriormente había intentado asesinar. En marzo de 2009, el presidente chino Hu Jintao nombró a dos líderes de una facción vehementemente opuesta, Xi Jinping y Li Keqiang, para que le ayudaran a construir el futuro económico y político de China.

Mi propuesta es que como mejor se comprende el cerebro es como un equipo de rivales, y el resto de este capítulo explorará este concepto: quiénes son los partidos, cómo compiten, cómo se mantiene la unión y qué ocurre cuando ésta se deshace. A medida que avancemos, recuerde que las facciones que compiten suelen tener la misma meta –la prosperidad del país pero a menudo diferentes maneras de conseguirla. Tal como lo expresó Lincoln, los rivales deberían convertirse en aliados «en aras de un bien mayor», y para las subpoblaciones nerviosas el interés común es la prosperidad y supervivencia del organismo. De la misma manera

que liberales y conservadores aman su país por igual pero pueden poseer estrategias diametralmente distintas para guiarlo, también el cerebro posee facciones que compiten y que creen conocer la manera correcta de resolver los problemas.

§. El sistema bipartidista dominante: razón y emoción

Cuando los psicólogos y economistas intentan comprender los extraños detalles del comportamiento humano, a menudo lo explican como un «proceso doble».[143] Según este punto de vista, el cerebro contiene dos sistemas separados: uno es rápido, automático y está debajo de la superficie de la conciencia, mientras que el otro es lento, cognitivo y consciente. El primer sistema se puede calificar de automático, implícito, heurístico, intuitivo, holístico, reactivo e impulsivo, y el segundo de cognitivo, sistemático, explícito, analítico, reglamentista y reflexivo.[144] Estos dos procesos siempre luchan entre sí.

A pesar del apodo de «proceso doble», no existe ninguna razón para suponer que existan sólo dos sistemas; de hecho, podría haber varios. Por ejemplo, en 1920 Sigmund Freud sugirió tres partes en conflicto en su modelo de la psique: el id (instintivo), el ego (realista y organizado) y el super ego (crítico y moralizador).[145] En la década de 1950 el neurocientífico americano Paul MacLean sugirió que el cerebro está compuesto de tres capas que representan estadios

---

143 Para un resumen de los procesos duales, véase Evans, «Dual-processing accounts»

144 Véase Tabla 1 en ibídem.

145 Freud, *Más allá del principio del placer* (1920). Las ideas de su modelo en tres partes de la psique se ampliaron tres años después en *Das Ich und das Es* [*El yo y el ello*], disponible en Freud, *The Standard Edition*.

sucesivos de desarrollo evolutivo: el cerebro reptil (que interviene en los comportamientos de supervivencia), el sistema límbico (que interviene en las emociones) y el neocórtex (que interviene en el pensamiento de tipo superior). Los detalles de ambas teorías han perdido ya en gran parte el favor de los neuroanatomistas, pero el núcleo de la idea pervive: los cerebros están compuestos de subsistemas que compiten entre ellos. Avanzaremos utilizando el generalizado modelo de proceso doble como punto de arranque, porque transmite de manera adecuada la idea central de la discusión.

Aunque los psicólogos y los economistas piensan en los diferentes sistemas en términos abstractos, los modernos logros científicos buscan una base anatómica. Y ocurre que el diagrama de los circuitos del cerebro se presta a divisiones que generalmente caen dentro del modelo de proceso doble.[146] Algunas zonas del cerebro participan en operaciones de orden superior que contemplan sucesos del mundo exterior (entre las que se incluye, por ejemplo, la superficie del cerebro que hay justo detrás de la sien, denominada corteza prefrontal dorso lateral). Por el contrario, otras zonas intervienen en el seguimiento de su estado interno, como el nivel de hambre, la sensación de motivación, o si algo le resulta gratificante (estas zonas incluyen, por ejemplo, una región situada justo detrás de la frente llamada corteza prefrontal medial, y varias zonas que

[146] Véase, por ejemplo: Mesulam, *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology*; Elliott, Dolan y Frith, «Dissociable functions»; y Faw, «Pre-frontal executive committee». Hay muchas sutilezas de la neuroanatomía y debates dentro de la disciplina, pero esos detalles no son fundamentales para mi argumento, y por tanto quedan relegados a estas referencias.

están muy por debajo de la superficie de la corteza). La situación es más complicada que lo que esta tosca división da a entender, porque los cerebros pueden simular estados futuros, evocar el pasado, calcular dónde encontrar cosas que no están presentes en este momento, etc. Pero por el momento, esta división en sistemas que controlan lo externo y lo interno servirá como guía básica, y un poco más adelante ya perfeccionaremos la imagen.

En un esfuerzo por utilizar etiquetas que nada tengan que ver con las cajas negras ni con la neuroanatomía, he escogido dos que resultarán familiares de todo el mundo: el sistema *racional* y el *emocional*. Estos términos son poco específicos e imperfectos, aunque sin embargo transmiten el punto fundamental de las rivalidades que se dan en el cerebro.[147] El sistema racional es el que se ocupa del análisis de las cosas del mundo exterior, mientras que el sistema emocional controla los estados internos y se preocupa de si las cosas irán bien o mal. En otras palabras, en cuanto que guía básica, la cognición racional tiene que ver con los sucesos externos, mientras que las emociones tienen que ver con su estado interno. Puede resolver un problema de matemáticas sin consultar con su estado interno, pero no puede pedir un postre en un menú ni priorizar lo que le apetece hacer a continuación.[148] Las redes

[147] Algunos autores se han referido a estos sistemas escuetamente como procesos de Sistema 1 y Sistema 2 (véase, por ejemplo, Stanovich, *Who is rational*?, o Kahneman y Frederick, «Representativeness revisited»). Para nuestros propósitos utilizamos lo que espero sea el uso más intuitivo (aunque imperfecto) de los sistemas emocional y racional. Esta opción es habitual en la disciplina; véase, por ejemplo, Cohen, «The vulcanization», y McClure et al., «Conflict monitoring».

[148] En este sentido, las respuestas emocionales pueden verse como un procesado de información: cada fragmento es tan complejo como un problema matemático, pero se ocupa del

emocionales son absolutamente necesarias para clasificar las posibles acciones que podría llevar a cabo en el mundo: si fuera un robot sin emociones que deambula por una habitación, podría ser capaz de llevar a cabo análisis acerca de los objetos que le rodean, pero la indecisión lo paralizaría cuando tuviera que escoger qué hacer a continuación. Los estados internos determinan lo que vamos a hacer: si vas directamente al frigorífico, al cuarto de baño o al dormitorio cuando vuelves a casa depende no sólo de los estímulos externos de tu casa (éstos no han cambiado), sino de los estados internos de tu cuerpo.

§. Tiempo de matemáticas, tiempo de matar

La batalla entre el sistema racional y el emocional se pone de relieve en lo que los filósofos denominan el dilema del tranvía. Consideremos la situación: un tranvía baja a toda velocidad por las vías, fuera de control. Cinco trabajadores están haciendo reparaciones más abajo de la vía, y usted, un transeúnte, se da cuenta enseguida de que el tranvía los matará. Pero también se da cuenta de que hay unas agujas cerca de usted que puede mover, y que desviará el tranvía a una vía diferente, con lo que sólo morirá un trabajador. ¿Qué hace? (Suponiendo que no haya ninguna solución con trampa ni información oculta.)

---

mundo interno en lugar del externo. La salida de este procesado –estados cerebrales y respuestas corporales– puede proporcionar un sencillo plan de acción para el organismo: haz esto, no hagas lo otro.

Si es como la mayoría de la gente, no vacilará a la hora de mover las agujas: es mucho mejor que muera una persona que no cinco, ¿verdad? Buena elección.

Pero el dilema tiene una vuelta de tuerca interesante: imaginemos que el mismo tranvía baja a toda velocidad por las vías, y los mismos cinco trabajadores están en peligro de muerte; pero esta vez es usted un transeúnte colocado sobre una pasarela situada justo encima de las vías. Se da cuenta de que hay un hombre obeso de pie en la pasarela, y se da cuenta de que si lo empuja y lo tira del puente, su mole será suficiente para detener el tren y salvar a los cinco trabajadores. ¿Lo empujaría?

Si es usted como casi todo el mundo, se le pondrán los pelos de punta ante la sugerencia de asesinar a una persona inocente. Pero espere un momento. ¿Qué diferencia esta elección de la anterior? ¿No está cambiando una vida por cinco? ¿No funcionan las matemáticas del mismo modo?

¿Cuál es exactamente la diferencia entre ambos casos? Los filósofos que siguen la tradición de Immanuel Kant han propuesto que la diferencia reside en cómo se utiliza a la gente. En el primer escenario, simplemente está reduciendo una situación mala (la muerte de cinco personas) a otra menos mala (la muerte de una). En el caso del hombre que está sobre la pasarela, se aprovecha de él para conseguir un fin. Ésta es una explicación popular en la literatura filosófica. Lo interesante es que podría haber un enfoque más basado en el cerebro para comprender el cambio de elección de la gente.

En la interpretación alternativa, sugerida por los neurocientíficos Joshua Greene y Jonathan Cohen, la diferencia entre los dos escenarios gira en torno al componente emocional del hecho de tocar a alguien, es decir, interactuar con él a escasa distancia.[149] Si el problema se plantea de manera que al hombre que está en la pasarela se le pueda dejar caer moviendo un interruptor a través de una trampilla, mucha gente votará que se le deje caer. Algo que tiene que ver con interactuar con la persona a poca distancia hace que casi todo el mundo desista de empujar al hombre a la muerte. ¿Por qué? Porque ese tipo de interacción personal activa las redes emocionales, con lo que el problema pasa de ser una cuestión abstracta e impersonal a convertirse en una decisión emocional y personal.

Cuando la gente considera el problema del tranvía, he aquí lo que revelan las imágenes cerebrales: en el escenario de la pasarela, se activan las zonas que intervienen en la planificación motora y la emoción. Por el contrario, en el escenario del cambio de agujas sólo se activan las áreas laterales que participan en el pensamiento racional. La gente tiene una respuesta emocional cuando ha de empujar a alguien; cuando sólo tienen que empujar una palanca, su cerebro se comporta como el señor Spock de *Star Trek*.

* * * *

La batalla entre las redes emocionales y racionales del cerebro queda perfectamente ilustrada en un antiguo episodio de *En los límites de la realidad*. Parafraseo de memoria, pero la trama es más

[149] Greene et al., «The neural bases of cognitive conflict».

o menos así: un desconocido enfundado en un abrigo llama a la puerta de un hombre y le propone un trato. «Aquí dentro hay una caja que sólo tiene un botón. Lo único que tiene que hacer es apretar el botón y le pagaré mil dólares.»

« ¿Qué ocurre si aprieto el botón?», pregunta el hombre.

El desconocido le contesta: «Cuando apriete el botón, morirá alguien que no conoce y que está muy lejos.»

El hombre pasa toda la noche enfrentado a ese dilema moral. La caja con el botón está sobre la mesa de la cocina. Se la queda mirando. Da vueltas a su alrededor. El sudor le cae por la frente.

Finalmente, tras evaluar su desesperada situación económica, se lanza hacia la caja y aprieta el botón. No ocurre nada. Es un anticlímax decepcionante.

Entonces llaman a la puerta. Ahí está el Desconocido del abrigo. Le entrega el dinero al hombre y coge la caja.

«Espere», le grita al hombre cuando se va. « ¿Qué ocurre ahora?»

El desconocido le contesta: «Ahora recojo la caja y se la doy a la siguiente persona. A alguien que está muy lejos y a quien no conoce.»

La historia pone de relieve lo fácil e impersonal que es apretar un botón: si al hombre le hubieran pedido que atacara a alguien con sus propias manos, es de suponer que se habría negado.

En una época anterior de nuestra evolución, era imposible interactuar con los demás a una distancia mayor que la que permitían las manos, los pies, o posiblemente un palo. La distancia de interacción era importante y tenía consecuencias. En la época

actual, la situación es distinta: los generales, e incluso los soldados, suelen encontrarse muy lejos de la gente que matan. En *Enrique VI, Segunda parte*, el rebelde Jack Cade desafía a Lord Say burlándose del hecho de que nunca ha conocido de primera mano el peligro del campo de batalla: «¿Cuándo habéis golpeado a alguien en el campo de batalla?» A lo que Lord Say responde: «Los hombres importantes tienen las manos muy largas: a menudo he golpeado a algunos que no he visto nunca, y han encontrado la muerte.» En la época actual podemos lanzar cuarenta Tomahawks tierra-tierra desde la cubierta de un barco de guerra en el Golfo Pérsico y el Mar Rojo con sólo apretar un botón. El resultado de apretar ese botón pueden observarlo en directo en la CNN, minutos después, quienes operan los misiles, y ver cómo los edificios de Bagdad desaparecen en medio del humo. La proximidad se pierde, y con ella la influencia emocional. Este tipo de guerra impersonal la hace desconcertantemente fácil. En la década de 1960, un ensayista político sugirió que el botón para emprender una guerra nuclear debería implantarse en el pecho del mejor amigo del presidente. De ese modo, cuando éste decidiera aniquilar a millones de personas al otro lado del planeta, primero tendría que dañar físicamente a su amigo, abriéndole el pecho para sacarle el botón. Eso al menos pondría en marcha su sistema emocional a la hora de tomar la decisión, impidiendo que la elección fuera impersonal.

Debido a que ambos sistemas nerviosos luchan para controlar el único canal de salida del comportamiento, las emociones pueden desequilibrar la balanza de la toma de decisiones. Esta antigua

batalla se ha convertido para mucha gente en una directriz del tipo: *Si te hace sentirte mal, probablemente es una mala elección.*[150] Hay muchos contraejemplos de este enfoque (por ejemplo, uno podría sentirse desconcertado por la preferencia sexual de otra persona, y sin embargo no encontrar nada moralmente reprobable en ella), pero la emoción, de todos modos, resulta un mecanismo generalmente útil para la toma de decisiones.

Los sistemas emocionales son evolutivamente antiguos, por lo que los compartimos con muchas otras especies, mientras que el desarrollo del sistema racional es más reciente. Pero como hemos visto, la novedad del sistema racional no indica necesariamente que sea superior en sí mismo. Las sociedades no serían mejores si todo el mundo fuera como el señor Spock, todo racionalidad y ninguna emoción. Más bien, lo óptimo para el cerebro es un equilibrio, que los dos rivales internos se asocien. Ello se debe a que la aversión que sentimos a empujar al hombre de la pasarela resulta fundamental para la interacción social; la impasibilidad que uno experimenta al apretar un botón para lanzar un misil Tomahawk es perjudicial para la civilización. Es necesario cierto equilibrio entre el sistema emocional y racional, y ese equilibrio podría estar ya optimizado en los cerebros humanos mediante la selección natural. Por decirlo de otro modo, quizá lo más deseable sea una democracia con dos facciones igual de fuertes, pues si alguna de las dos tomara el poder casi seguro que el resultado sería menos óptimo. Los griegos de la Antigüedad proponían una analogía para la vida que

[150] Véase Niedenthal, «Embodying emotion», y Haidt, «The new synthesis»

reflejaba esta opinión: eres un auriga, y de tu carroza tiran dos poderosos caballos, el caballo blanco de la razón y el caballo negro de la pasión. El caballo blanco siempre intenta arrastrarte a un lado de la carretera, y el negro tira de ti hacia el otro. Tu trabajo consiste en mantenerlos sujetos, en refrenarlos para que sigan llevándote por en medio de la carretera.

La red emocional y la racional combaten no sólo por las decisiones morales inmediatas, sino también en otra situación que nos es familiar: cómo nos comportamos en el tiempo.

§. Por qué el diablo puede darle la fama ahora a cambio de su alma después

Hace unos años, los psicólogos Daniel Kahneman y Amos Tversky propusieron una pregunta engañosamente simple: si le ofreciera 100 dólares ahora mismo o 110 dólares dentro de una semana, ¿qué escogería? Casi todos los sujetos escogieron los 100 dólares de inmediato. Al parecer no valía la pena esperar toda una semana para obtener otros 10 dólares.

Entonces los investigadores transformaron ligeramente la cuestión: si le ofreciera 100 dólares dentro de cincuenta y dos semanas, o 110 dólares dentro de cincuenta y tres, ¿qué escogería? Aquí la gente solía cambiar de preferencia, y decidía esperar las cincuenta y tres semanas. Obsérvese que los dos escenarios son idénticos en el sentido de que esperar una semana más te permite obtener 10 dólares adicionales. ¿Por qué entonces se invertía la preferencia?[151]

[151] Frederick, Loewenstein y O'Donoghue, «Time discounting».

Debido a que la gente «descuenta» el futuro, un término económico que significa que las recompensas más próximas al presente se valoran más que las recompensas de un futuro lejano. Demorar la gratificación es difícil, y hay algo muy especial en el *ahora mismo* que siempre posee el máximo valor. La inversión de la preferencia en el experimento de Kahneman y Tversky obedece a que ese descuento adquiere una forma peculiar: una semana parece mucho tiempo si contamos desde hoy, pero mucho menos si separa dos momentos lejanos en el tiempo, pues entonces parecen casi el mismo. Es lo mismo que si combinara dos procesos más sencillos: uno se preocupa por la recompensa a corto plazo y otro se preocupa más por el futuro.

Eso les dio una idea a los neurocientíficos Sam McClure, Jonathan Cohen y sus colegas. Reconsideraron el problema de la inversión de la preferencia a la luz de los múltiples sistemas que compiten en el cerebro. Les pidieron a algunos voluntarios que tomaran algunas de estas decisiones económicas de ahora-o-más-tarde mientras los sometían a una exploración cerebral. Los científicos buscaban un sistema que se ocupara de la gratificación inmediata, y otro que participara en la racionalidad a más largo plazo. Si los dos actuaban de manera independiente, y se enfrentaban el uno al otro, eso podría explicar los datos. Y de hecho, descubrieron que algunas estructuras cerebrales que intervenían en lo emocional quedaban enormemente activadas por la elección de recompensas inmediatas a corto plazo. Estas áreas se relacionaban con el comportamiento impulsivo, incluyendo la adicción a las drogas. En contraste,

cuando los participantes optaban por recompensas a largo plazo con un mayor rendimiento, las áreas laterales de la corteza que participaban en la cognición superior y en la deliberación estaban más activas.[152] Y cuanto más alta era la actividad en estas zonas laterales, más estaban dispuestos los participantes a posponer la gratificación.

En algún momento entre 2005 y 2006, estalló la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos. El problema fue que el 80 % de las hipotecas recién concedidas eran de interés variable. Los que habían firmado hipotecas subprime de repente se encontraron con mensualidades más altas y sin ninguna posibilidad de refinanciación. La morosidad aumentó a un ritmo vertiginoso. Entre finales de 2007 y 2008, en los Estados Unidos fueron ejecutadas casi un millón de hipotecas. Los valores respaldados por las hipotecas rápidamente perdieron casi todo su valor. En casi todo el mundo el crédito se redujo. La economía se hundía.

¿Qué tenía que ver esto con los sistemas que competían en el cerebro? Las ofertas de hipotecas subprime estaban perfectamente optimizadas para aprovechar el sistema de lo-quiero-ahora: compre esta hermosa casa ahora con mensualidades muy bajas, impresione a sus amigos y a sus padres, viva más cómodamente de lo que había creído posible. En algún momento la tasa de interés de su hipoteca de interés variable subirá, pero falta mucho, es algo que queda oculto en la neblina del futuro. Al apelar directamente a estos

[152] McClure, Laibson, Loewenstein y Cohen, «Separate neural systems». De manera específica, cuando se eligieron recompensas a largo plazo con un beneficio mayor, las cortezas prefrontal lateral y parietal posterior estaban más activas.

circuitos de gratificación instantánea, las entidades crediticias casi consiguieron acabar con la economía americana. Tal como observó Robert Schiller tras la crisis de las hipotecas subprime, las burbujas especulativas son provocadas por «el optimismo contagioso, al parecer inmune a los hechos, que a menudo impera cuando los precios suben. Las burbujas son primordialmente fenómenos sociales; hasta que las comprendamos y abordemos la psicología que las alimenta, van a seguir formándose».[153]

Cuando comenzamos a buscar ejemplos de lo-quiero-ahora, los encontramos por todas partes. Hace poco conocí a un hombre que aceptó 500 dólares cuando era estudiante en la universidad a cambio de donar su cuerpo a la Facultad de Medicina a su muerte. A todos los alumnos que aceptaron el trato les hicieron un tatuaje en el tobillo en el que se indica el hospital donde habrá que entregar su cadáver dentro de décadas. Es un buen acuerdo para la facultad: 500 dólares no parece un mal precio, mientras que la muerte es inconcebiblemente lejana. No hay nada malo en donar el propio cuerpo, aunque sirve para ilustrar el arquetípico conflicto de proceso doble, el trato proverbial con el diablo: tus deseos concedidos ahora a cambio de tu alma en un futuro lejano.

Este tipo de batallas nerviosas a menudo están detrás de la infidelidad conyugal. Los esposos se hacen promesas en un momento de amor sincero, pero posteriormente pueden encontrarse en una situación en la que la tentación incline su toma de decisiones en el otro sentido. En noviembre de 1995, el cerebro del

[153] R. J. Shiller, «Infectious exuberance», *Atlantic Monthly*, julio-agosto de 2008.

Bill Clinton decidió que arriesgar el liderazgo futuro del mundo libre quedaba compensado por el placer que tenía la oportunidad de experimentar en aquel momento con la encantadora Monica.

Así que cuando hablamos de una persona virtuosa no nos referimos necesariamente a alguien que no tiene tentaciones, sino más bien a alguien capaz de *resistir* las tentaciones. Nos referimos a alguien que no deja que la batalla se incline hacia el lado de la gratificación instantánea. Valoramos a esas personas porque es fácil ceder a los impulsos y tremendamente difícil ignorarlos. Sigmund Freud observó que los argumentos que surgen del intelecto o de la moralidad son débiles cuando se enfrentan a las pasiones y deseos humanos,[154] que es el motivo por el que las campañas de «simplemente di no» o practica la abstinencia nunca funcionarán. También propuso que este desequilibrio entre la razón y la emoción podría explicar la perseverancia de la religión en la sociedad: las religiones del mundo están optimizadas para conectar con las redes emocionales, y los grandes argumentos de la razón significan poco contra una atracción tan poderosa. De hecho, los intentos soviéticos por suprimir completamente la religión sólo tuvieron éxito parcialmente, y en cuanto el gobierno se derrumbó, las ceremonias religiosas regresaron en abundancia.

La observación de que la gente está hecha de deseos a corto y largo plazo en conflicto no es nueva. Los textos judíos de la Antigüedad postulaban que el cuerpo está compuesto de dos partes que interactúan: un cuerpo *(guf)*, que quiere siempre las cosas ahora, y

[154] Freud, «The futur of an illusion» [«El porvenir de una ilusión»], en *The Standard Edition*.

un alma *(nefesh)* cuya perspectiva es a más largo plazo. De manera parecida, los alemanes utilizan una imaginativa expresión para las personas que intentan demorar la gratificación: deben superar su *innerer schweinhund* («falta de voluntad»), cuya traducción literal, para asombro de los anglohablantes, es «cerdo interior».

Su comportamiento –lo que usted hace en el mundo– es simplemente la resultante final de esas batallas. Pero la historia mejora, porque las diferentes partes del cerebro pueden enterarse de sus interacciones mutuas. Como resultado, la situación rápidamente sobrepasa el simple pulso entre los deseos a corto y largo plazo y entra en el ámbito de un proceso sorprendentemente sofisticado de negociación.

§. El Ulises presente y futuro

En 1909, Merkel Landis, tesorero de la Carlisle Trust Company de Pennsylvania, fue a dar un largo paseo y se le ocurrió una nueva idea financiera. Iniciaría algo denominado club de Navidad. Los clientes depositarían dinero en el banco durante todo el año, y tendrían que pagar una tasa si retiraban el dinero antes. Entonces, a final de año, la gente podría acceder a su dinero justo a tiempo para las compras de Navidad. Si la idea funcionaba, el banco tendría mucho capital para reinvertir y obtener beneficios durante todo el año. Pero ¿funcionaría? ¿La gente estaría dispuesta a renunciar a su capital todo el año por poco o ningún interés?

Landis lo intentó, y la idea de inmediato tuvo un éxito fulgurante. Ese año, casi cuatrocientos clientes del banco ahorraron una media

de 28 dólares cada uno, bastante dinero a principios de 1900. Landis y otros banqueros no podían creer la suerte que tenían. Los clientes *querían* que les guardaran el dinero.

La popularidad de los clubs de ahorro de Navidad creció rápidamente, y los bancos pronto se encontraron luchando entre sí por el negocio de los ahorros para las vacaciones. En los periódicos se exhortaba a los padres a que inscribieran a sus hijos en clubs de Navidad «para desarrollar la confianza en uno mismo y el hábito del ahorro».[155] Allá por la década de 1920, varios bancos, incluyendo el Dime Saving Bank of Toledo, Ohio, y el Atlantic Country Trust Co. de Atlantic City, Nueva Jersey, comenzaron a fabricar monedas conmemorativas de latón de los clubs de Navidad para atraer a nuevos clientes[156]. (La de Atlantic City reza: «Únase a nuestro club de Navidad y obtenga su dinero cuando más lo necesita.»)

¿Por qué tuvieron tanto éxito los clubs de Navidad? Si los depositarios controlaban su propio dinero durante el año, podían obtener mejores intereses o invertirlo cuando se presentara alguna oportunidad. Cualquier economista les aconsejaría que se quedaran con su capital. ¿Por qué entonces la gente iba a estar dispuesta a que un banco se quedara con su dinero, sobre todo ante las restricciones impuestas y la tasa que cobraban si lo retiraban antes? La respuesta es obvia: la gente quería que alguien les

[155] Illinois *Daily Republican*, Belvidere, Illinois, 2 de enero de 1920.

[156] Arlie R. Slabaugh, *Christmas Tokens and Medals* (Chicago: publicado por el autor, 1966), Catálogo de la Biblioteca ANA N.º RM85.C5S5.

impidiera gastarse el dinero. Sabían que si lo guardaban ellos, acabarían fundiéndoselo.[157]

Por esta misma razón, la gente habitualmente utiliza el Ministerio de Hacienda como un sucedáneo del club de vacaciones: al solicitar más deducciones en sus nóminas, permiten que Hacienda se quede con una mayor cantidad de su dinero durante el año. Entonces, cuando llega abril, reciben con alegría un cheque en el buzón. Parece dinero caído del cielo, sólo que, naturalmente, no es más que su propio dinero. Y es el gobierno quien se queda con los intereses y no usted. Sin embargo, la gente escoge esta vía cuando intuye que ese dinero extra se lo acabaría gastando durante el año. Prefieren endilgarle a otro la responsabilidad de protegerlos de sus impulsivas decisiones.

¿Por qué la gente no controla su comportamiento y disfruta de las oportunidades de manejar su propio capital? Para comprender la popularidad de los clubs de Navidad y el fenómeno del Ministerio de Hacienda necesitamos remontarnos tres milenios, hasta Ulises, rey de Ítaca y héroe de la guerra de Troya.

Después de la guerra, Ulises había emprendido un prolongado viaje por mar para volver a su isla natal de Ítaca cuando comprendió que se le presentaba una oportunidad única. Su barco pasaría por la isla de Sirenum Scopuli, donde las hermosas sirenas cantaban melodías tan seductoras como no había oído la mente humana. El problema era que los marineros que oían la música no podían evitar dirigirse hacia esas astutas doncellas, y sus barcos se estrellaban

[157] James Surowiecki, «Bitter money and christmas clubs», *Forbes.com*, 14 de febrero de 2006.

en unas implacables rocas, tras lo cual toda la tripulación perecía ahogada.

Pero Ulises ideó un plan. Sabía que cuando oyera la música sería incapaz de resistirse, como cualquier otro mortal, de manera que se le ocurrió la idea de anticiparse a su *futuro yo*. No al presente y racional Ulises, sino al futuro y enloquecido Ulises. Ordenó a sus hombres que lo amarraran fuertemente al mástil del navío. Así sería incapaz de moverse cuando la música llegara por la proa del barco. A continuación hizo que le taparan las orejas con cera de abeja para no dejarse seducir por las voces de las sirenas, ni oír sus dementes órdenes. Dejó claro a sus hombres que no debían responder a sus súplicas ni desatarlo hasta que el barco hubiera pasado la zona de las sirenas. Aventuró que chillaría, aullaría y maldeciría en su intento de conseguir que los hombres se dirigieran hacia esas dulces mujeres: sabía que el futuro Ulises no estaría en posición de tomar decisiones acertadas. Por tanto, el Ulises juicioso lo preparó todo para evitar hacer algo estúpido cuando pasaran por aquella isla. Fue un trato acordado entre el presente Ulises y el futuro.

Este mito subraya la manera en que la mente puede desarrollar un meta-conocimiento acerca de cómo interactúan la mente a corto plazo y la mente a largo plazo. La asombrosa consecuencia es que la mente puede negociar consigo misma en diferentes puntos del tiempo.[158]

Imaginemos, pues, a la anfitriona que le ofrece la tarta de chocolate. Algunas partes del cerebro desean la glucosa, mientras que otras se

[158] Eagleman, «America on deadline».

preocupan por la dieta; algunas partes analizan el beneficio a corto plazo, y otras partes se preocupan más por la estrategia a largo plazo. La batalla se inclina hacia sus emociones, y usted decide aceptar la oferta. Pero no sin un contrato: se la comerá sólo si promete ir al gimnasio mañana. ¿Quién está negociando con quién? ¿Acaso no es *usted* las dos partes que regatean?

Tomar libremente decisiones que nos vinculan con el futuro es lo que los filósofos denominan un contrato Ulises.[159] Como ejemplo concreto, uno de los primeros pasos que se dan al romper con la adicción al alcohol es garantizar, mientras se está sobrio, que no haya alcohol en la casa. Después de un estresante día de trabajo, de un sábado festivo o de un domingo solitario, la tentación sería demasiado grande. La gente lleva a cabo contratos Ulises continuamente, lo que explica el éxito inmediato y duradero del club de Navidad de Merkel Landis. Cuando la gente le entregaba su capital en abril, veía con recelo lo que pensaría en octubre, sabiendo que los asaltaría la tentación de fundir el dinero en algo egoísta en lugar de posponer el gasto para que se ocupara de él su generoso yo de diciembre.

Se han inventado muchas maneras para impedir que la gente se desvincule de los planes de sus futuros yos. Consideremos la existencia de las páginas web que le ayudan a perder peso haciendo un trato con su futuro yo. Funcionan de la siguiente manera: usted

[159] Thomas C. Schelling, *Choice and Consequence* (Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1984); Ryan Spellecy, «Reviving Ulises contracts», *Kennedy Institute of Ethics Journal*, 13, n.º 4 (2003): 373-392; Namita Puran, «Ulysses contracts: Bound to treatment or free to choose?», *York Scholar*, 2 (2005): 42-51.

paga un depósito de 100 dólares con la promesa de perder cinco kilos. Si lo consigue en el tiempo prometido, le devuelven todo el dinero. Si no pierde peso en ese tiempo, la empresa se queda el dinero. Estos acuerdos se basan en su honor, y se les puede engañar fácilmente, y sin embargo esas empresas ganan dinero. ¿Por qué? Porque la gente comprende que a medida que se acerca la fecha en la que pueden recuperar su dinero, sus sistemas emocionales se preocupan más y más por ello. Y los sistemas a corto y largo plazo se enfrentan entre sí[160].

Los contratos Ulises a menudo surgen en el contexto de la toma de decisiones médicas. Cuando una persona que goza de buena salud firma un testamento vital para que lo desenchufen en el caso de que quede en coma, se vincula a sí mismo con un posible yo futuro mediante un contrato, aun cuando se podría argumentar que los dos yos (el de la salud y el de la enfermedad) son bastante diferentes.

Una interesante vuelta de tuerca en el contrato de Ulises tiene lugar cuando otra persona toma la decisión por usted, y vincula su yo actual con su yo futuro. Estas situaciones surgen habitualmente en los hospitales, cuando un paciente, tras haber experimentado un cambio de vida traumático, como perder una extremidad o una

[160] Aunque este sistema funciona, se me ocurre una forma mejor de armonizar este modelo comercial y la neurobiología. El problema es que la pérdida de peso exige un esfuerzo constante, mientras que la fecha límite para recuperar el dinero siempre queda en un futuro lejano, hasta que de repente se da cuenta de que ha llegado el día. En un modelo neuralmente optimizado, perdería un poco de dinero cada día hasta que se hubiera desecho de los cinco kilos. Cada día, la cantidad que perdiera aumentaría en un 15 %. Así pues, cada día traería el inmediato gusanillo emocional de la pérdida económica, y el gusanillo cada día sería peor. Cuando hubiera perdido los cinco kilos, entonces dejaría de perder dinero. Esto alienta una ética de la dieta constante a lo largo de todo un arco temporal.

esposa, afirma que quiere morir. Puede exigir, por ejemplo, que su médico interrumpa su diálisis o le suministre una sobredosis de morfina. Tales casos suelen presentarse ante los comités de ética, y éstos generalmente deciden lo mismo: no permitir que el paciente muera, porque el futuro paciente podría encontrar con el tiempo una manera de recuperar el equilibrio emocional y la felicidad. El comité de ética actúa simplemente como un defensor del sistema racional a largo plazo, reconociendo que en el contexto actual las emociones sepultan la voz del intelecto.[161] El comité esencialmente decide que el congreso neural está en este momento inclinado de una manera injusta, y que hace falta su intervención para impedir que uno de los dos partidos se haga con el poder. Es una suerte que a veces podemos confiar en la imparcialidad de otros, igual que Ulises confió en que sus marineros harían caso omiso de sus súplicas. La regla general es ésta: cuando no puedes confiar en tus sistemas racionales, acude a los de otro.[162] En este caso, los pacientes acuden a los sistemas racionales de los miembros del comité, que puede asumir más fácilmente la responsabilidad de proteger al futuro paciente, y sus miembros no oyen los cantos de sirena en los que el paciente está atrapado.

§. De muchas mentes

[161] No existe ninguna garantía de que el comité de ética intuya de manera exacta la vida mental del futuro paciente; de nuevo, los contratos Ulises siempre adolecen de un conocimiento imperfecto del futuro.

[162] Esta frase la he tomado prestada de mi colega Jonathan Downar, quien la expresó del siguiente modo: «Si no puedes fiarte de tu corteza prefrontal dorsolateral, fíate de la de otro.» Por mucho que me encante la expresión original, la he simplificado para nuestro propósito actual.

Para ilustrar el esquema de equipos de rivales, he llevado a cabo la simplificación de subdividir la neuroanatomía en los sistema racional y emocional. Pero no quiero dar la impresión de que son éstas las únicas facciones que compiten. De hecho, esto no es más que el principio de cómo funciona el equipo de rivales. Miremos donde miremos, encontramos sistemas solapados que compiten.

Uno de los ejemplos más fascinantes de sistemas en competencia puede verse en los dos hemisferios cerebrales, el derecho y el izquierdo. Los hemisferios son bastante parecidos, y están conectados por una densa autopista de fibras denominada cuerpo calloso. Nadie había imaginado que los hemisferios izquierdo y derecho formaran las dos mitades de un equipo de rivales hasta la década de 1950, cuando se llevaron a cabo una serie de operaciones poco habituales. Los neurobiólogos Roger Sperry y Ronald Meyers, en algunas operaciones experimentales, seccionaron los cuerpos callosos de gatos y monos. ¿Qué ocurrió? Poca cosa. Los animales actuaban normalmente, como si esa sólida banda de fibras que conecta las dos mitades realmente no fuera necesaria.

A resultas de este éxito, en 1961 se practicaron por primera vez operaciones de cerebro dividido en pacientes humanos epilépticos. Para éstos, una operación que impidiera que los ataques se propagaran de un hemisferio a otro era la última esperanza. Y las operaciones funcionaron muy bien. Una persona que había sufrido terriblemente a causa de esos ataques extenuantes ahora podía llevar una vida normal. Incluso con las dos mitades del cerebro separadas, el paciente parece actuar igual que antes. Se acordaba

de todo normalmente y aprendía nuevas cosas sin dificultad. Era capaz de amar, reír, bailar y pasarlo bien.

Pero algo extraño ocurría. Si se utilizaban estrategias inteligentes para transmitir información sólo a un hemisferio y no al otro, entonces ese hemisferio aprendía esa cosa y el otro no. Era como si la persona tuviera dos cerebros independientes.[163] Y los pacientes podían llevar a cabo tareas distintas al mismo tiempo, algo que los cerebros normales son incapaces de hacer. Por ejemplo, con un lápiz en cada mano, los pacientes de cerebro dividido podían dibujar simultáneamente figuras incompatibles, como un círculo y un triángulo.

Había más. El principal circuito motor del cerebro intercambia los dos lados: el hemisferio derecho controla la mano izquierda y el hemisferio izquierdo controla la mano derecha. Y este hecho permite una demostración extraordinaria. Imagine que la palabra *manzana* se muestra al hemisferio izquierdo, y la palabra *lápiz* se muestra al mismo tiempo al hemisferio derecho. Cuando a un paciente de cerebro dividido se le pide que coja el objeto que acaba de ver, la mano derecha cogerá la manzana, y la izquierda cogerá al mismo tiempo el lápiz. Ambos hemisferios viven ahora de manera independiente, desconectados.

Con el tiempo, los investigadores acabaron comprendiendo que los dos hemisferios poseen personalidades y habilidades un tanto distintas: entre ellas, la capacidad de pensar en abstracto, de crear

[163] Para un resumen detallado de décadas de estudio de cerebro dividido, véase Tramo et al., «Hemispheric Specialization». Para un resumen para el lector profano, véase Michael Gazzaniga, «The split-brain revisited».

historias, de hacer inferencias, determinar el origen de un recuerdo, y saber elegir en un juego de azar. Roger Sperry, uno de los neurobiólogos pioneros en los estudios de cerebro dividido (gracias a los cuales cosechó el Premio Nobel), acabó comprendiendo que el cerebro posee «dos ámbitos separados de conciencia; dos sistemas de sentir, entender, pensar y recordar». Las dos mitades constituyen un equipo de rivales: agentes con las mismas metas pero con maneras de conseguirlas un tanto distintas.

En 1976, el psicólogo estadounidense Julian Jaynes sugirió que hasta finales del segundo milenio antes de Cristo, los humanos no poseían conciencia introspectiva, y que sus mentes estaban esencialmente divididas en dos, donde el hemisferio izquierdo seguía las órdenes del hemisferio derecho.[164] Estas órdenes, en forma de alucinaciones auditivas, eran interpretadas como las voces de los dioses. Jaynes aventura que hace unos tres mil años esta división del trabajo entre el hemisferio izquierdo y el derecho comenzó a romperse. A medida que los hemisferios comenzaban a comunicarse con más fluidez, fueron capaces de desarrollarse procesos cognitivos como la introspección. Afirma que el origen de la conciencia fue el resultado de la capacidad de los dos hemisferios de sentarse a una mesa y resolver sus diferencias. Nadie sabe todavía si la teoría de Jaynes tiene algún fundamento, pero la propuesta es demasiado interesante como para ignorarla.

Los dos hemisferios parecen casi idénticos anatómicamente. Es como si estuvieran equipados con el mismo modelo básico de

[164] . Jaynes, *The Origin of Consciousness*.

hemisferio cerebral en los dos lados del cráneo, y ambos asimilaran datos del mundo de maneras un tanto distintas. En esencia, se trata del mismo molde estampado dos veces. Y nada podría ser más conveniente para un equipo de rivales. El hecho de que las dos mitades sean dobles del mismo plan básico queda en evidencia al practicar un tipo de operación llamada hemisferectomía, en la que se extirpa toda la mitad del cerebro (se lleva a cabo en casos de epilepsia intratables causados por la encefalitis de Rasmussen). Lo asombroso es que si la operación se lleva a cabo en un niño de más o menos ocho años, éste se encuentra perfectamente. Déjenme que lo repita: el niño, con sólo medio cerebro, está perfectamente. Puede comer, leer, hablar, resolver problemas de matemáticas, hacer amigos, jugar al ajedrez, amar a sus padres, y todo lo que haría un niño con los dos hemisferios. Observemos que no es posible eliminar *cualquier* mitad del cerebro: no se puede eliminar la mitad frontal o la mitad posterior y esperar que el paciente sobreviva. Pero las mitades izquierda y derecha se revelan casi como copias una de otra. Aunque elimines una, todavía te queda la otra, con funciones más o menos superfluas. Igual que dos partidos políticos. Si los republicanos o los demócratas desaparecieran, el otro seguiría siendo capaz de gobernar el país. El enfoque sería un tanto distinto, pero las cosas seguirían funcionando.

§. Reinvención incesante

He comenzado con ejemplos del sistema racional en comparación con el emocional, y con el fenómeno de las dos facciones en un

cerebro, algo que revelaron las operaciones de cerebro dividido. Pero las rivalidades del cerebro son mucho más numerosas, y mucho más sutiles que lo que he esbozado hasta ahora. El cerebro está lleno de subsistemas más pequeños que poseen dominios que se solapan y se encargan de tareas coincidentes.

Consideremos la memoria. La naturaleza parece haber inventado mecanismos para almacenar la memoria más de una vez. Por ejemplo, en circunstancias normales su memoria de los sucesos cotidianos queda consolidada (es decir, «cimentada») por una zona del cerebro llamada hipocampo. Pero cuando hay situaciones que generan miedo –como un accidente de coche o un robo–, otra zona, la amígdala, también almacena los recuerdos por un sendero memorístico secundario e independiente.[165] Los recuerdos de la amígdala poseen una cualidad distinta: son difíciles de borrar y pueden asomar como en una especie de «flash»: tal como lo describen normalmente las víctimas de una violación y los veteranos de guerra. En otras palabras, hay más de una manera de almacenar la memoria. No estamos hablando del recuerdo de diferentes sucesos, sino de múltiples recuerdos del *mismo* suceso, como si dos periodistas con diferentes personalidades tomaran notas de la misma historia.

Así pues, vemos que diferentes acciones del cerebro pueden participar en la misma tarea. Al final, es probable que haya incluso más de dos facciones en liza, y que todas ellas anoten información y

[165] Véase, por ejemplo, Rauch, Shin y Phelps, «Neurocircuitry models». Para una investigación de la relación entre recuerdos aterradores y la percepción del tiempo, véase Stetson, Fiesta y Eagleman, «Does time really...?

luego compitan para contar la historia.[166] La idea de que la memoria es una sola cosa resulta una ilusión.

He aquí otro ejemplo de dominios que se solapan. Durante mucho tiempo los científicos han debatido sobre cómo el cerebro detecta el movimiento. Hay muchas maneras teóricas de construir detectores de movimiento a partir de las neuronas, y la literatura científica ha propuesto modelos totalmente distintos en los que intervienen las conexiones entre neuronas, o los ramificados procesos de las neuronas (llamados dendritas), o grandes poblaciones de neuronas.[167]Los detalles no son importantes; lo importante es que esas teorías diferentes han alimentado décadas de debates entre los estudiosos. Como los modelos propuestos son demasiado pequeños

[166] Existe otro aspecto que considerar acerca de la memoria y la hipótesis de la reinvención incesante: los neurocientíficos no consideran la memoria un fenómeno, sino más bien un conjunto de muchos subtipos diferentes. En la escala más amplia, tenemos una memoria a corto plazo y una a largo plazo. La memoria a corto plazo es la que se acuerda de un número de teléfono el tiempo suficiente para marcarlo. Dentro de la categoría a largo plazo existe la memoria declarativa (por ejemplo, qué has desayunado o en qué año te casaste) y la memoria no declarativa (cómo se monta en bicicleta); para una visión general, véase Eagleman y Montague, «Models of learning». Estas divisiones se han introducido porque los pacientes a veces pueden dañar un subtipo sin dañar los otros, una observación que ha hecho nacer en los neurocientíficos la esperanza de clasificar la memoria en varios silos. Pero es probable que el dibujo final de la memoria no se divida con tanta nitidez en categorías naturales; más bien, de acuerdo con lo que hemos visto en este capítulo, los diferentes mecanismos de la memoria se *solapan* en sus dominios. (Véase, por ejemplo, Poldrack y Packard, «Competition», para un estudio de los sistemas de memoria «cognitivos» y «de hábitos» que se basan en el lóbulo temporal medial y los ganglios basales, respectivamente.) Cualquier circuito que contribuye a la memoria, aunque sea muy poco, se verá reforzado y podrá hacer su aportación. Si esto es cierto, será un gran paso a la hora de explicar un misterio constante para los jóvenes residentes que se incorporan al departamento de neurología: ¿por qué los casos reales muy rara vez coinciden con las descripciones de los libros de texto? Los libros de texto asumen una nítida clasificación, mientras que los cerebros reales reinventan sin cesar estrategias que se solapan. Como resultado, los cerebros reales son robustos, y también son resistentes a la clasificación humano-céntrica.

[167] Para un resumen de los diferentes modelos de detección de movimiento, véase Clifford e Ibbotson, «Fundamental mechanisms».

para medirlos directamente, los investigadores idean inteligentes experimentos para sustentar o refutar las diversas teorías. Lo interesante es que casi ningún experimento ha resultado concluyente, y algunas condiciones de laboratorio favorecían un modelo por encima del otro, mientras que otras no. Esto ha llevado a que cada vez más investigadores reconozcan (algunos a regañadientes) que el sistema visual detecta el movimiento de *muchas* maneras. En diferentes lugares del cerebro se ponen en práctica estrategias diferentes. Al igual que con la memoria, la lección que hay que extraer aquí es que el cerebro ha desarrollado maneras múltiples y redundantes de solventar los problemas.[168] Las facciones nerviosas a menudo se ponen de acuerdo acerca de lo que

[168] Hay muchos ejemplos de esta inclusión de múltiples soluciones en la neurociencia moderna. Tomemos por ejemplo las secuelas del movimiento mencionadas en el capítulo 2. Si se queda mirando una cascada durante más o menos un minuto, y entonces aparta la mirada hacia otra cosa –como por ejemplo las rocas que hay al lado–, tendrá la impresión de que las rocas se están moviendo hacia arriba. Esta ilusión resulta de una adaptación del sistema; esencialmente, el cerebro visual comprende que está obteniendo poca información nueva de todo el movimiento hacia abajo, y comienza a ajustar sus parámetros internos para cancelar ese movimiento. Como resultado, algo estacionario da ahora la impresión de que se mueve hacia arriba. Durante décadas, los científicos han debatido si la adaptación se da a nivel de la retina, en las primeras fases del sistema visual o en fases posteriores. Años de concienzudos experimentos finalmente han resuelto el debate disolviéndolo: no hay una sola respuesta a la pregunta, porque está mal formulada. Hay una adaptación a muchos niveles en el sistema visual (Mather, Pavan, Campana y Casco, «The motion aftereffect»). Algunas áreas se adaptan rápidamente, otras con lentitud, otras a velocidad intermedia. Esta estrategia permite que algunas partes del cerebro sigan los cambios del flujo de datos que entran, mientras que otras permanecen inalterables sin una prueba duradera. Regresando al tema de la memoria mencionado anteriormente, también se ha teorizado que la Madre Naturaleza ha encontrado diversos métodos para almacenar los recuerdos en diversas escalas temporales, y que es la interacción de estas escalas temporales lo que hace que los recuerdos más antiguos sean más estables que los recientes. El hecho de que los recuerdos más antiguos sean más estables se conoce como ley de Ribot. Para más información acerca de la idea de explotar diferentes escalas temporales de plasticidad, véase Fusi, Drew y Abbot, «Cascade models».

hay ahí fuera, en el mundo, pero no siempre. Y eso proporciona un perfecto sustrato para una democracia neural.

El punto que quiero resaltar es que la biología rara vez se conforma con una sola función, sino que más bien tiende a reinventar soluciones de manera incesante. ¿Pero por qué innovar constantemente? ¿Por qué no encontrar una buena solución y pasar a otra cosa? Contrariamente al laboratorio de inteligencia artificial, el laboratorio de la naturaleza no tiene un programador jefe que comprueba una subrutina una vez inventada. Una vez el programa de *amontonar bloques* queda codificado y perfeccionado, los programadores humanos avanzan hacia el siguiente paso importante. Sugiero que este pasar a otra cosa es una de las principales razones por las que la inteligencia artificial ha quedado atascada. La biología, contrariamente a la inteligencia artificial, adopta un enfoque distinto: cuando se encuentra un circuito biológico para *detectar movimiento*, no hay ningún programador jefe a quien informar de ello, con lo que las mutaciones al azar siguen inventando de manera incesante nuevas variaciones en el circuito, solucionando el problema de *detectar movimiento* de maneras nuevas, inesperadas y creativas.

Este punto de vista sugiere un nuevo enfoque a la hora de considerar el cerebro. Casi toda la literatura neurocientífica *busca* la solución a cualquier función cerebral que se estudie. Pero ese enfoque podría ser erróneo. Si un alienígena aterrizara en la tierra y descubriera un animal que puede trepar a un árbol (por ejemplo, un mono), sería precipitado que el alienígena concluyera que el mono

es el único animal con esas habilidades. Si sigue mirando, rápidamente descubrirá que las hormigas, las ardillas y los jaguares también trepan a los árboles. Y lo mismo ocurre con los mecanismos inteligentes de la biología: cuando seguimos mirando, encontramos más. La biología nunca da por solucionado un problema y lo abandona. Reinventa soluciones continuamente. El producto final de ese enfoque es un sistema de soluciones que se solapan enormemente: la condición necesaria para una arquitectura tipo equipo de rivales.[169]

§. La solidez de un sistema multipartidista

Los miembros de un equipo a menudo pueden disentir, pero no tienen por qué hacerlo. De hecho, durante gran parte del tiempo los rivales disfrutan de una concordancia natural. Y ese simple hecho permite que un equipo de rivales sea robusto cuando pierde partes del sistema. Regresemos a la hipótesis de la desaparición de un partido político. Imaginemos que todos los dirigentes clave de un partido político mueren en un accidente de avión, y consideremos

[169] En un contexto biológico más amplio, el marco de referencia del equipo de rivales se adapta bastante bien a la idea de que el cerebro es un sistema darwiniano en el que los estímulos del mundo exterior hallan resonancia en ciertas pautas aleatorias del circuito nervioso, y no con otras. Estos circuitos que responden a los estímulos del mundo exterior se ven reforzados, y otros circuitos aleatorios siguen yendo a la deriva hasta que encuentran algo a lo que responder. Si no encuentran nada que los «excite», se apagan. Por expresarlo desde la perspectiva contraria, los estímulos del mundo exterior «escogen» circuitos del cerebro: interactúan con algunos y no con otros. El esquema del equipo de rivales es perfectamente compatible con el darwinismo nervioso, y hace hincapié en que la selección darwiniana de los circuitos nerviosos tenderá a reforzar *múltiples* circuitos –de muy distinta procedencia–, todos los cuales resuenan con un estímulo o tarea. Estos circuitos son las múltiples facciones del congreso del cerebro. Para algunas visiones de conjunto del cerebro como un sistema darwiniano, véase Gerald Edelman, *Neural Darwinism*; Calvin, *How Brains Think*; Dennett, *Consciousness Explained*; y Hayek, *The Sensory Order*.

que esto es más o menos análogo a una lesión cerebral. En muchos casos, la pérdida de un partido desenmascararía las opiniones opuestas y polarizadas de un grupo rival, tal como ocurre cuando se dañan los lóbulos frontales, lo que permite un mal comportamiento, como hurtar u orinar en público. Pero hay otros casos, quizá mucho más corrientes, en los que la desaparición de un partido político pasa inadvertida, porque todos los demás partidos sostienen más o menos la misma opinión del asunto (por ejemplo, la importancia de financiar la recogida de basura en los barrios periféricos). Ésta es una característica distintiva de un sistema biológico robusto: los partidos políticos pueden perecer en un trágico accidente y la sociedad sigue funcionando, a veces con poco más que un pequeño sobresalto para el sistema. Podría ocurrir que por cada extraño caso clínico en el que una lesión cerebral conduce a un comportamiento extravagante en el comportamiento o en la percepción, hubiera cientos de casos en los que existan partes dañadas del cerebro sin ninguna señal clínica detectable.

Una ventaja de los dominios que se solapan puede verse en el fenómeno recientemente descubierto de la *reserva cognitiva*. Se ha descubierto que mucha gente, al hacerle la autopsia, muestra la devastación nerviosa de la enfermedad de Alzheimer, pero en vida no había mostrado ningún síntoma. ¿Cómo es posible? Resulta que esas personas siguieron manteniendo ocupado su cerebro hasta una edad avanzada permaneciendo activos en sus carreras, haciendo crucigramas o llevando a cabo otras actividades que conservaban su población nerviosa en plena forma. Y al permanecer

mentalmente vigorosos construyeron lo que los neuropsicólogos denominan reserva cognitiva. No es que la gente cognitivamente en forma no padezca Alzheimer; es que sus cerebros cuentan con una protección contra los síntomas. Aun cuando se degraden partes de su cerebro, poseen otras maneras de solventar los problemas. No se quedan atascados buscando una sola solución, sino que, gracias a haberse pasado la vida buscando y elaborando estrategias redundantes, poseen soluciones alternativas. Cuando se degrada alguna parte de la población nerviosa, ni siquiera se la echa de menos.

La reserva cognitiva –y la solidez en general– se alcanza cubriendo un problema con soluciones que se solapan. Como analogía pensemos en un manitas. Si posee varias herramientas en su caja, perder un martillo no supone el final de su carrera. Puede utilizar la palanca o la parte plana de la llave inglesa. El manitas que sólo posee un par de herramientas está en peor situación.

El secreto de la redundancia nos permite comprender lo que antes era un extrañísimo misterio clínico. Imaginemos que un paciente tiene una lesión que afecta a gran parte de su corteza visual primaria, y ha perdido la mitad de su campo visual. Usted, el experimentador, coge una figura de cartón, se le acerca al lado ciego, y le pregunta:

– ¿Qué ve?

–No tengo ni idea –dice esa persona–. La mitad de mi campo visual está ciego.

–Lo sé –dice usted–. Pero intente adivinarlo. ¿Ve un círculo, un cuadrado o un triángulo?

–De verdad que no lo sé decir –insiste esa persona–. No veo nada. Estoy ciego.

–Lo sé –repite usted–, lo sé. Pero intente *adivinarlo*.

Al final, exasperada, esa persona dice que la forma es un triángulo. Y *acierta*, muy por encima de lo que sería de esperar por la ley de probabilidades.[170] Aun cuando sea ciega, puede tener una corazonada, lo que indica que en su cerebro hay *algo* que ve. Y no es la parte consciente que depende de la integridad de la corteza visual. Este fenómeno se denomina vista ciega, y nos enseña que cuando la visión consciente se pierde, todavía quedan trabajadores de la fábrica subcortical entre bastidores operando los programas normales. Por lo que el eliminar partes del cerebro (en este caso la corteza) revela estructuras subyacentes que hacen lo mismo, sólo que no tan bien. Y desde un punto de vista neuroanatómico, no le resulta sorprendente: después de todo, los reptiles pueden ver aunque no tengan corteza. No ven tan bien como nosotros, pero ven.[171]

* * * *

Detengámonos un momento a considerar cómo el esquema del equipo de rivales ofrece una manera de considerar el cerebro distinta a la que se enseñaba tradicionalmente. Mucha gente tiende

[170] Véase Weiskrantz, «Outlooks» y *Blindsight*.

[171] Técnicamente, los reptiles no ven gran cosa más allá del alcance inmediato de su lengua, a no ser que algo se mueva de manera desenfrenada. Así pues, si está usted echado en una tumbona a tres metros de un lagarto, lo más probable es que para él no exista.

a asumir que el cerebro se puede dividir en regiones perfectamente diferenciadas que codifican, pongamos, las caras, las casas, los colores, los cuerpos, el uso de una herramienta, el fervor religioso, etc. En eso se basaba la ciencia decimonónica de la frenología, según la cual las protuberancias del cráneo supuestamente nos decían algo del tamaño de las áreas que había debajo. La idea era que a cada parte del cerebro se le podía asignar una etiqueta en el mapa. Pero la biología rara vez –si alguna– funciona de ese modo. El esquema del equipo de rivales presenta un modelo del cerebro que posee múltiples maneras de representar el mismo estímulo. Esta perspectiva supone la sentencia de muerte para aquellos que pensaban que cada parte del cerebro sirve para una función fácilmente clasificable.

Observemos que el impulso frenológico ha vuelto a salir a la palestra debido a nuestra capacidad actual de visualizar el cerebro con la producción de neuroimágenes. Tanto los científicos como los legos se ven seducidos por la fácil trampa de querer asignar a cada función del cerebro una ubicación específica. Quizá porque se hace sentir la presión de encontrar una explicación sencilla, en los medios de comunicación (e incluso en la literatura científica) ha surgido un constante flujo de noticias que ha creado la falsa impresión de que acaba de descubrirse la zona del cerebro donde ocurre esto o lo otro. Tales noticias alimentan las esperanzas de la gente de poder etiquetarlo todo fácilmente, pero la verdadera situación es mucho más interesante: las continuas redes de circuitos nerviosos cumplen sus funciones utilizando estrategias

múltiples y descubiertas de manera independiente. El cerebro se adapta bien a la complejidad del mundo, pero mal a la cartografía bien delimitada.

§. Mantener la unión: las guerras civiles en la democracia del cerebro

En la exagerada película de culto *Terroríficamente muertos (Evil Dead 2),* la mano derecha del protagonista adquiere vida propia e intenta matarlo. La escena degenera en una reproducción de lo que podría encontrar en un patio de recreo de sexto curso: el héroe utiliza la mano izquierda para contener la derecha, que intenta atacarle la cara. Al final se corta la mano con una sierra mecánica e inmoviliza la mano que todavía se mueve bajo un cubo de basura boca abajo. Apila libros sobre el cubo para que la mano no pueda salir, y el observador atento puede ver que el libro que hay encima de todo es *Adiós a las armas* de Hemingway.

Por absurda que pueda parecer esta escena, se trata de hecho de un trastorno llamado *síndrome de la mano ajena*. Aunque no es tan dramático como la versión de *Terroríficamente muertos*, la idea es más o menos la misma. En el síndrome de la mano ajena, que puede ser consecuencia de la operación de cerebro dividido que comentamos unas cuantas páginas más atrás, las dos manos expresan deseos en conflicto. Un paciente con una mano «ajena» puede que intente coger una galleta para llevársela a la boca, mientras que la mano que se comporta normalmente agarra la otra por la muñeca para impedírselo. Luchan. O una mano coge el

periódico y la otra lo aparta de un manotazo. O una mano sube la cremallera de una chaqueta y la otra la baja. Algunos pacientes con el síndrome de mano ajena han descubierto que chillar « ¡Basta!» hace que el otro hemisferio (y la mano ajena) dé marcha atrás. Pero, aparte de ese mínimo control, la mano actúa según sus propios programas inaccesibles, y por eso se la califica de ajena, porque la parte consciente del paciente parece carecer de capacidad predictiva por lo que se refiere a ella; no la siente como si fuera parte de su personalidad. Un paciente que se halla en esta situación a menudo dice: «Juro que no estoy haciendo esto.» Lo cual nos devuelve a uno de los puntos principales de este libro: ¿quién es el *yo*? Lo está haciendo su propio cerebro, no el de otra persona. Lo que ocurre es que no tiene acceso consciente a esos programas.

¿Qué nos dice el síndrome de la mano ajena? Revela el hecho de que en nuestro interior hay subrutinas mecánicas y «ajenas» a las que no tenemos acceso y con las que no estamos familiarizados.

Casi todos nuestros actos –desde el habla a coger una taza de café– siguen subrutinas ajenas, también conocidas como sistemas zombis. (Utilizo estos términos de manera intercambiable: *zombi* resalta la falta de acceso consciente, mientras que *ajeno* pone énfasis en lo extraños que nos son esos programas.)[172] Algunas subrutinas ajenas son instintivas, mientras que otras son aprendidas; todas las que poseen los algoritmos altamente automatizados que vimos en el capítulo 3 (un servicio de tenis,

[172] . Véase, por ejemplo, Crick y Koch, «The unconscious homunculus», para el uso del término *sistemas zombis*.

sexar pollos) se convierten en programas zombis e inaccesibles cuando quedan impresos en el circuito. Cuando un jugador de béisbol profesional conecta su bate con un lanzamiento que viaja demasiado rápido para que su mente consciente pueda seguirlo, está aplicando una subrutina ajena bien afinada.

El síndrome de la mano ajena también nos dice que bajo circunstancias normales todos los programas automatizados están estrechamente controlados de tal manera que sólo puede darse un comportamiento a la vez. La mano ajena pone de relieve la manera normalmente eficaz con que el cerebro mantiene ocultos sus conflictos internos. Basta un pequeño daño estructural para destapar lo que está ocurriendo por debajo. En otras palabras, mantener la unión de los subsistemas no es algo que el cerebro haga sin esfuerzo, sino que más bien es un proceso activo. Sólo cuando las facciones comienzan a escindirse de la unión la cualidad ajena de las partes parece evidente.

Una buena ilustración de las rutinas en conflicto se encuentra en el test de Stroop, una tarea que no podría tener instrucciones más simples: diga el color de la *tinta* en la que una palabra está impresa. Supongamos que le presento la palabra JUSTICIA escrita con letras azules. Usted dice «Azul». A continuación le presento la palabra IMPRESORA escrita en amarillo. «Amarillo.» No podría ser más fácil. Pero el truco llega cuando le presento una palabra que es en sí misma el nombre de un color. Le presento la palabra AZUL de color verde. La reacción entonces no es tan fácil. Puede que a usted le salga « ¡Azul!», o a lo mejor se reprime y consigue exclamar: «

¡Verde!» En cualquier caso, tiene un tiempo de reacción mucho más lento, y eso oculta el conflicto que tiene lugar por debajo. Esta *interferencia de Stroop* desvela la colisión que hay entre el impulso poderoso, involuntario y automático de leer la palabra y la tarea inusual, deliberada y esforzada que exige expresar el color de las letras.[173]

¿Recuerda la tarea de asociación implícita del capítulo 3, la que pretendía sonsacarle el racismo inconsciente? Gira en torno al tiempo de reacción más lento que el normal cuando le piden que relacione algo que le desagrada con una palabra positiva (como *felicidad).* Al igual que ocurre con la tarea de Stroop, existe un conflicto subyacente entre sistemas profundamente arraigados.

§. «E PLURIBUS UNUM»

No sólo poseemos rutinas ajenas, también las justificamos. Poseemos maneras de explicar de manera retrospectiva nuestros actos como si éstos fueran siempre idea nuestra. Como ejemplo, al principio de este libro mencioné los pensamientos que nos vienen a la mente y cuya paternidad nos atribuimos (« ¡Acabo de tener una

[173] Un descubrimiento reciente muestra que el efecto Stroop puede desaparecer después de la sugestión poshipnótica. Amir Raz y sus colegas eligieron un grupo de sujetos hipnotizables utilizando una serie de tests completamente independientes. Bajo hipnosis, se les dijo a los sujetos que en una tarea posterior sólo prestaran atención al color de la tinta. En esas condiciones, cuando se les hizo la prueba a los sujetos, la interferencia de Stroop fundamentalmente desapareció. La hipnosis no es un fenómeno bien comprendido a nivel del sistema nervioso; tampoco se comprende por qué algunos sujetos son más fáciles de hipnotizar que otros, ni cuál podría ser exactamente el papel de la atención ni de las pautas de recompensa a la hora de explicar los efectos. Sin embargo, los datos plantean fascinantes preguntas acerca de la reducción del conflicto entre variables internas, como por ejemplo el deseo de correr en comparación con el deseo de quedarse y luchar. Véase Raz, Shapiro, Fan y Posner, «Hypnotic suggestion».

gran idea!»), aun cuando nuestro cerebro haya estado dándole vueltas a un problema durante mucho tiempo y al final nos proporcione el producto final. Constantemente fabricamos y contamos historias sobre los procesos ajenos que ocurren debajo del cráneo.

Para sacar a la luz este tipo de invención, sólo tenemos que fijarnos en otro experimento con pacientes de cerebro dividido. Como hemos visto antes, las mitades derecha e izquierda son parecidas pero no idénticas. En los humanos, el hemisferio izquierdo (que contiene casi toda la capacidad del lenguaje) puede expresar lo que siente, mientras que el mundo del hemisferio derecho sólo puede comunicar sus pensamientos ordenándole a la mano izquierda que señale, coja algo o escriba. Y este hecho abre la puerta a un experimento referente a cómo nos inventamos las cosas de manera retrospectiva. En 1978, los investigadores Michael Gazzaniga y Joseph LeDoux le enseñaron una foto de una pata de pollo al hemisferio izquierdo de un paciente con cerebro dividido y una foto de un paisaje nevado al hemisferio derecho. Entonces le pidieron al paciente que señalara qué tarjeta representaba lo que acababa de ver. Su mano derecha señaló una tarjeta con un pollo, y la izquierda señaló una tarjeta con una pala para quitar nieve. Los experimentadores le preguntaron al paciente por qué señalaba la pala. Recuerden que su hemisferio izquierdo (el que posee la capacidad del lenguaje) sólo tenía información acerca del pollo y nada más. Pero el hemisferio izquierdo, sin perder un momento, había fabricado una historia: «Oh, es muy sencillo. La pata de pollo

va con el pollo, y se necesita una pala para limpiar el gallinero.» Cuando una parte del cerebro hace una elección, las otras partes pueden inventarse rápidamente una historia para explicar por qué. Si usted enseña la orden «Camine» al hemisferio derecho (el que no posee lenguaje), el paciente se pone en pie y echa a andar. Si lo detiene y le pregunta por qué se marcha, el hemisferio izquierdo se inventa una respuesta y dice algo parecido a: «Me he levantado para ir a buscar un vaso de agua.»

El experimento del pollo y la pala condujo a Gazzaniga y LeDoux a concluir que el hemisferio izquierdo actúa como «intérprete», observando las acciones y el comportamiento del cuerpo y asignando una narrativa coherente a esos sucesos. Y el hemisferio izquierdo actúa así incluso en cerebros normales e intactos. Los programas ocultos impulsan las acciones, y el hemisferio izquierdo crea la justificación. La idea de una explicación retrospectiva sugiere que hemos llegado a conocer nuestras actitudes y emociones, al menos parcialmente, infiriéndolas de observaciones de nuestro propio comportamiento.[174] Tal como lo expresa Gazzaniga: «Todos estos descubrimientos sugieren que el mecanismo interpretativo del hemisferio izquierdo mantiene una actividad incesante, en busca del significado de los hechos. Constantemente va en pos del orden y la razón, aun cuando no haya ninguno, lo que conduce continuamente a cometer errores.»[175]

[174] Bem, «Self-perception theory»; Eagleman, «The where and when of intention».
[175] Gazzaniga, «The split-brain revisited».

Esta invención no se limita a pacientes de cerebro dividido. También nuestro cerebro interpreta los actos de nuestro cuerpo y construye una narración en torno a ellos. Los psicólogos han descubierto que si sujeta un lápiz entre los dientes mientras lee algo, la lectura le parecerá más divertida; y eso ocurre porque la interpretación se ve influida por la sonrisa que tiene en la cara. Si se sienta recto en lugar de repantigarse, se sentirá más feliz. El cerebro asume que si la boca y la espina dorsal se comportan así, debe de ser porque están alegres.

* * * *

El 31 de diciembre de 1974, el juez del Tribunal Supremo William O. Douglas quedó paralizado del lado izquierdo y confinado en una silla de ruedas por culpa de una apoplejía. Pero el juez Douglas exigió que le dieran el alta en el hospital afirmando que se encontraba bien. Declaró que los informes de su parálisis eran «un mito». Cuando los médicos expresaron su escepticismo, los invitó públicamente a acompañarlo a dar un paseo, algo que interpretaron como absurdo. Incluso afirmaba que jugaba al fútbol americano y marcaba goles con su lado paralizado. Sus colegas se quedaron perplejos ante su comportamiento aparentemente delirante, y lo convencieron de que dimitiera de su cargo en el Tribunal Supremo.

Lo que Douglas experimentó se denomina *anosognosia*. Este término describe una falta total de conciencia de la propia enfermedad, y el ejemplo típico es un paciente que niega completamente su evidentísima parálisis. No es que el juez Douglas estuviera *mintiendo*: su cerebro creía de hecho que podía moverse

perfectamente. Estas invenciones ilustran a qué extremos llega el cerebro a la hora de elaborar una narrativa coherente. Cuando le piden que coloque ambas manos sobre un volante imaginario, un paciente parcialmente paralizado y anosognósico pondrá una mano, pero no la otra. Cuando le pregunten si ya ha colocado las dos manos sobre el volante, dirá que sí. Cuando se le pida al paciente que aplauda, puede que mueva una sola mano, y si se le pregunta si ha aplaudido, dirá que sí. Si usted le señala que no ha oído nada y le pide que vuelva a hacerlo, a lo mejor ni siquiera lo hace; y si le pregunta por qué, le contestará que no le apetece. De manera parecida, tal como se mencionó en el capítulo 2, una persona puede perder la visión y afirmar que sigue siendo capaz de ver perfectamente, aun cuando sea incapaz de moverse por una habitación sin chocar con los muebles. Inventa excusas para justificar su falta de equilibrio, el cambio de sitio de las sillas, etc., y constantemente niega su ceguera. Lo que hay que tener claro de la anosognosia es que el paciente no miente, y su motivación no es la maldad ni la vergüenza; lo que ocurre es que su cerebro fabrica explicaciones que proporcionan una narración coherente de lo que ocurre mientras su cuerpo sufre esa enfermedad.

Pero las pruebas que contradicen sus sentidos, ¿no deberían alertar a esas personas de que tienen un problema? Después de todo, el paciente quiere mover la mano, pero no la mueve. Quiere aplaudir, pero no oye nada. Resulta que para alertar al sistema de sus propias contradicciones se utilizan de manera fundamental ciertas regiones cerebrales, y una en particular, la denominada corteza

cingulada anterior. Por culpa de estas regiones que controlan el conflicto, siempre habrá una u otra idea que acabe triunfando sobre las demás: se elabora un relato que o bien las hace compatibles o ignora una parte del debate. En circunstancias especiales de lesión cerebral, este sistema de arbitraje puede quedar dañado, y entonces el conflicto puede que no le cause ningún problema a la mente consciente. La situación queda ilustrada por una mujer a la que llamaré señora G., cuyo tejido cerebral había quedado dañado debido a una apoplejía reciente. Cuando la conocí, se estaba recuperando en el hospital, la acompañaba su marido y, en general, parecía gozar de buena salud y buen ánimo. Mi colega, el doctor Karthik Sarma, había observado la noche antes que cuando le pedían a la mujer que cerrara los ojos, ella cerraba sólo uno. Así pues, él y yo examinamos el asunto de manera más detenida.

Cuando le pedí que cerrara los ojos, la mujer dijo «Muy bien», pero cerró sólo uno, como si guiñara el ojo de manera permanente.

– ¿Tiene los ojos cerrados? –le pregunté.

–Sí –dijo.

– ¿Los dos?

–Sí.

Le enseñé tres dedos.

– ¿Cuántos dedos le estoy enseñando, señora G?

–Tres.

– ¿Tiene los ojos cerrados?

–Sí.

Entonces, en un tono en absoluto desafiante, le dije:

– ¿Y cómo sabe cuántos dedos le estoy enseñando?

Siguió un silencio interesante. De haberse podido escuchar la actividad cerebral, habríamos podido oír diferentes regiones de su cerebro combatiendo entre sí. Los partidos políticos que deseaban creer que tenía los ojos cerrados andaban a la greña con los partidos que querían que la lógica funcionara: ¿*No te das cuenta de que no podemos tener los ojos cerrados y al mismo tiempo ver lo que hay ahí fuera*? A menudo esos enfrentamientos los gana rápidamente el partido cuya posición es más razonable, pero con la anosognosia eso no siempre es posible. El paciente no dirá nada y no concluirá nada, no porque sienta vergüenza, sino simplemente porque está bloqueado. Los dos partidos llevan a cabo una guerra de desgaste, y el tema por el que disputaban finalmente es abandonado. El paciente no concluye nada acerca de la situación. Presenciarlo resulta asombroso y desconcertante.

Entonces se me ocurrió una idea. Empujé la silla de ruedas de la señora G. hasta situarla delante de un espejo y le pregunté si podía verse la cara. Dijo que sí. Entonces le pedí que cerrara los ojos. De nuevo cerró sólo uno.

– ¿Tiene los dos ojos cerrados?

–Sí.

– ¿Puede verse?

–Sí.

Amablemente le dije:

– ¿Le parece posible verse en el espejo si tiene los dos ojos cerrados?

Silencio. *Ninguna conclusión*.

– ¿Le parece que tiene un ojo cerrado o los dos?

Silencio. *Ninguna conclusión*.

Aquellas preguntas no la molestaban; tampoco cambió de opinión. Lo que en un cerebro normal habría resultado un jaque mate, en el suyo resultó una partida rápidamente olvidada.

Casos como el de la señora G. nos permiten apreciar la enorme actividad que tiene que ocurrir entre bastidores para que nuestros sistemas zombies funcionen conjuntamente de una manera fluida y lleguen a un acuerdo. Mantenerlos unidos y crear una narración convincente tiene su coste: el cerebro funciona las veinticuatro horas para darle una lógica a nuestras vidas cotidianas: ¿qué ha ocurrido y qué papel desempeña en todo ello? Inventar historias es una de las actividades básicas de nuestro cerebro. Los cerebros lo hacen con el firme objetivo de conseguir que los actos de múltiples facetas de la democracia tengan sentido. Como se lee en la moneda, *E pluribus unum*: de muchos, uno.

* * * *

Una vez usted ha aprendido a montar en bicicleta, su cerebro no tiene que fabricar ninguna narración acerca de lo que hacen sus músculos; ya no tiene por qué seguir molestando al director ejecutivo de la conciencia. Como todo es predecible, no hay ningún relato; es libre de pensar en otros asuntos mientras pedalea. Las capacidades narrativas del cerebro se ponen en marcha sólo cuando existe un conflicto o algo resulta difícil de comprender, como es el caso de los pacientes del cerebro dividido o de los anosognósicos como el juez Douglas.

A mediados de la década de 1990, mi colega Read Montague y yo llevamos a cabo un experimento para comprender mejor cómo los humanos realizan elecciones sencillas. Les pedimos a los participantes que escogieran entre dos cartas en una pantalla del ordenador, una con la etiqueta A y la otra con la etiqueta B. Los participantes no tenían manera de saber cuál era la mejor elección, de modo que al principio decidían de manera arbitraria. La elección de su carta les proporcionaba una recompensa de entre un penique y un dólar. Entonces empezamos de nuevo y se les pidió que volvieran a escoger. Esta vez, elegir la misma carta producía una recompensa distinta. Parecía existir una pauta, pero era muy difícil de detectar. Lo que los pacientes no sabían era que la recompensa se basaba en una fórmula que incorporaba el historial de sus cuarenta elecciones anteriores, algo que al cerebro le resultaba demasiado difícil de detectar y analizar.

Lo interesante ocurrió cuando posteriormente entrevisté a los jugadores. Les pregunté qué habían hecho en la partida y por qué lo habían hecho. Me sorprendió oír todo tipo de explicaciones barrocas, como por ejemplo: «Al ordenador le gustaba que repitiera alguna carta» y «El ordenador intentaba castigarme, así que cambié mi plan de juego». En realidad, la descripción que hacían los jugadores de sus propias estrategias no casaba con lo que habían hecho, que resultó ser enormemente predecible.[176] Sus

[176] Eagleman, Person y Montague, «A computational role for dopamine». En este ensayo construimos un modelo basado en los sistemas de recompensa del cerebro, y trasladamos este modelo al mismo juego de ordenador. De una manera asombrosa, este modelo sencillo reprodujo los rasgos importantes de las estrategias humanas, lo que sugería que las elecciones de la gente se basan en mecanismos subyacentes sorprendentemente simples.

descripciones tampoco casaban con el comportamiento del ordenador, que era puramente formulario. Lo que ocurría era que sus mentes conscientes, incapaces de asignar la tarea a un sistema zombi bien engrasado, buscaban desesperadamente un relato. Los participantes no *mentían*; ofrecían la mejor explicación que podían, exactamente igual que los pacientes del cerebro dividido o los anosognósicos.

La mente busca pautas. En un término introducido por el escritor de temas científicos Michael Shermer, la mente tiende a la «pauticidad»: el intento de encontrar una estructura en datos sin sentido.[177] La evolución favorece la búsqueda de pautas, porque permite la posibilidad de reducir los misterios a programas rápidos y eficientes en el circuito nervioso.

Para demostrar la pauticidad, unos investigadores de Canadá les enseñaban a los sujetos una luz que centelleaba al azar y les pedían que escogieran entre dos botones y cuándo había que apretarlos, a fin de que el parpadeo resultara más regular. Los sujetos intentaban distintas pautas a la hora de apretar los botones, y finalmente la luz comenzaba a parpadear regularmente. ¡Lo habían conseguido! Entonces los investigadores les preguntaron cómo lo habían hecho. Los sujetos superpusieron una interpretación narrativa a lo que habían hecho, pero lo cierto es que su manera de apretar los botones no tenía nada que ver con el comportamiento de la luz: el párpado habría tendido hacia la regularidad de cualquier modo.

[177] M. Shermer, «Patternicity: Finding meaningful patterns in meaningless noise», *Scientific American*, diciembre de 2008.

Para ver otro ejemplo de invención narrativa ante unos datos que resultan confusos, consideremos los sueños, que parecen ser una superposición interpretativa a las tormentas nocturnas de actividad eléctrica del cerebro. Un modelo popular en la literatura neurocientífica sugiere que las tramas de los sueños se hilvanan a partir de una actividad esencialmente azarosa: descargas de poblaciones nerviosas en el mesencéfalo. Estas señales estimulan la aparición de una escena en un centro comercial, o atisbamos a una persona amada, o sentimos una caída, o una sensación de epifanía. Todos estos momentos se entretejen dinámicamente en un relato, y por eso tras una noche de actividad cerebral te despiertas, te vuelves hacia tu pareja, y crees que tienes algo estrafalario que contar. Desde niño, no han dejado de sorprenderme los detalles tan peculiares y específicos de los personajes de mis sueños, la velocidad con que responden a mis preguntas, cómo intercambian un diálogo tan sorprendente y llevan a cabo sugerencias tan inventivas: todo tipo de cosas que «yo mismo» no habría inventado. Muchas veces he oído un chiste que no conocía en un sueño, cosa que me ha impresionado enormemente. No porque el chiste fuera divertido a la serena luz del día (que no lo era), sino porque no me podía creer que ese chiste se me hubiera ocurrido *a mí*. Pero es de suponer al menos que fue mi cerebro, y no el de otra persona, el que elaboró esas interesantes tramas.[178] Al igual que los pacientes del

[178] Para simplificar, he relatado la hipótesis de la actividad aleatoria del contenido de los sueños, conocida técnicamente como el modelo de activación-síntesis (Hobson y McCarley, «The brain as a dream state generator»). De hecho, existen muchas teorías de los sueños. Freud sugirió que son un intento disimulado de satisfacer un deseo; sin embargo, esto podría ser improbable si consideramos, por ejemplo, los sueños repetitivos del trastorno de estrés

cerebro dividido como el juez Douglas, los sueños ilustran nuestra capacidad a la hora de tejer una sola narrativa a partir de un conjunto de hilos al azar. Su cerebro posee una gran habilidad a la hora de mantener el pegamento de su unión, incluso ante unos datos totalmente incoherentes.

§. ¿Por qué tenemos conciencia?

Casi todos los neurocientíficos estudian modelos de comportamiento animal: cómo se retrae una babosa de mar cuando se intenta tocarla, cómo reacciona un ratón ante las recompensas, cómo localiza un búho el sonido en la oscuridad. A medida que estos circuitos salen a la luz de manera científica, se revela que todos ellos no son más que sistemas zombis: modelos de circuito que responden a entradas concretas con salidas apropiadas. Si nuestro cerebro estuviera compuesto solamente por esas pautas de circuitos, ¿por qué íbamos a sentirlo como algo vivo y consciente? ¿Por qué íbamos a sentirlo, igual que les pasa a los zombis?

Hace una década, los neurocientíficos Francis Crick y Christof Koch preguntaron: « ¿Por qué nuestro cerebro no consiste simplemente en una serie de sistemas zombis especializados?»[179] En otras palabras, ¿por qué tenemos conciencia de las cosas? ¿Por qué no somos más

---

postraumático. Posteriormente, en la década de 1970, Jung propuso que los sueños compensan aspectos de la personalidad desatendidos cuando estamos despiertos. El problema de esta teoría es que los temas de los sueños parecen ser los mismos en todas partes, a través de las culturas y las generaciones –temas como sentirse perdido, preparar la comida o llegar tarde a un examen– y es un poco difícil explicar qué tienen que ver estas cosas con desatender algún aspecto de la personalidad. En general, sin embargo, me gustaría recalcar que a pesar de la popularidad de la hipótesis de activación-síntesis, en los círculos neurobiológicos hay muchas cosas del contenido de los sueños que siguen sin poder explicarse de ninguna manera.

[179] Crick y Koch, «Constraints».

que una enorme agrupación de rutinas integradas y automatizadas que resuelven problemas?

La respuesta de Crick y Koch, al igual que la mía en los capítulos anteriores, es que la conciencia existe para controlar los sistemas ajenos automatizados, y para distribuir el control sobre ellos. Un sistema de subrutinas automatizadas que alcanza cierto nivel de complejidad (lo que desde luego se puede aplicar al cerebro humano) exige un mecanismo de alto nivel que permita que las partes se comuniquen, administre los recursos y asigne el control. Como hemos visto antes con el ejemplo del tenista que intenta aprender a servir, la conciencia es el director ejecutivo de la empresa: él establece las directrices de nivel superior y asigna nuevas tareas. En este capítulo hemos aprendido que no tiene por qué comprender el software que cada departamento utiliza en la organización; tampoco tiene por qué ver sus detallados libros de cuentas ni los recibos de ventas. Lo único que tiene que saber es a quién acudir y cuándo.

Siempre y cuando las subrutinas zombis fluyan sin problemas, el director ejecutivo no tiene de qué preocuparse. Sólo cuando algo funciona mal (pongamos que de repente todos los departamentos se dan cuenta de que sus modelos de negocios han fracasado de manera catastrófica) avisan al director ejecutivo. Piense en *cuándo* su conciencia tomó las riendas: en aquellas situaciones en las que los sucesos del mundo *violan las expectativas*. Cuando todo funciona según las necesidades y habilidades de sus sistemas zombis, prácticamente no es consciente de lo que ocurre; cuando de

pronto ya no pueden con la tarea, usted se da cuenta del problema. El director ejecutivo va frenético de un lado a otro, busca soluciones y llama a todo el mundo para ver quién puede abordar mejor el problema.

El científico Jeff Hawkins ofrece un buen ejemplo de ello: un día, después de entrar en su casa, se dio cuenta de que no había sido consciente del hecho de alargar el brazo hacia el pomo de la puerta, agarrarlo y girar. Era una acción completamente robótica e inconsciente por su parte, y ello ocurría porque todo lo que tenía que ver con esa experiencia (el tacto y la localización del pomo, el tamaño y peso de la puerta, etc.) estaba ya totalmente impreso en el circuito inconsciente de su cerebro. Era algo esperado, por lo que no necesitaba participación consciente. Pero se dio cuenta de que si alguien se hubiera colado en su casa, hubiera sacado algo y lo hubiera vuelto a colocar unos cuantos centímetros a la derecha, se habría dado cuenta de inmediato. Sus sistemas zombis no le habrían permitido entrar directamente en su casa sin alertas ni preocupaciones: habría tenido lugar una violación de expectativas, y la conciencia habría tomado el mando. El director ejecutivo se despertaría, pondría en marcha las alarmas e intentaría averiguar qué podría haber ocurrido y qué había que hacer ahora.

Si cree ser consciente de casi todo lo que le rodea, piénselo de nuevo. La primera vez que va en coche a su nuevo lugar de trabajo, está atento a casi todo lo que ve por el camino. El trayecto en coche parece muy largo. Cuando ya ha ido muchas veces, es capaz de llegar sin una gran deliberación consciente. Es libre para pensar en

otras cosas; tiene la impresión de haber salido de casa y haber llegado al trabajo en un pispás. Sus sistemas zombis son expertos a la hora de ocuparse de todo como siempre. Sólo que cuando ve una ardilla en la carretera, o se pasa una señal de STOP, o hay un vehículo volcado en el arcén, de repente cobra conciencia de cuanto le rodea.

Todo esto resulta coherente con un descubrimiento que hemos hecho hace dos capítulos: cuando alguien juega por primera vez a un videojuego, su cerebro rebosa actividad. Está quemando energía como un loco. A medida que tiene más práctica, la actividad cerebral es menor. Ahora tiene más eficiencia energética. Si mide la actividad cerebral de alguien y ve que es escasa durante una tarea, eso no significa necesariamente que no lo esté intentando, sino que en el pasado ya se esforzó por grabar los programas en el circuito. La conciencia intervino durante la primera fase del aprendizaje, y queda excluida del juego después de que éste haya quedado impreso en el circuito. Jugar a un sencillo videojuego se vuelve un proceso tan inconsciente como conducir un coche, hablar o llevar a cabo los complejos movimientos con los dedos necesarios para atarse el zapato. Se convierten en subrutinas ocultas, escritas en un lenguaje de programación no descifrado de proteínas y sustancias neuroquímicas, y por ahí merodean –a veces durante décadas hasta la próxima vez que se solicita su presencia.

Desde un punto de vista evolutivo, la existencia de la conciencia parece indicarnos lo siguiente: un animal compuesto de una gigantesca cantidad de sistemas zombis sería eficiente

energéticamente pero *cognitivamente inflexible*. Tendría programas económicos para realizar tareas concretas y sencillas, pero carecerían de una manera rápida de pasar de un programa a otro o de imponerse la meta de convertirse en experto en una tarea nueva e inesperada. En el reino animal, casi todos los animales hacen ciertas cosas muy bien (por ejemplo extraer semillas del interior de una piña), mientras que unas pocas especies (como los humanos) poseen la flexibilidad de desarrollar dinámicamente software nuevo.

Aunque la capacidad para ser flexible suena mejor, tiene su precio, y es la carga de un prolongado aprendizaje en la infancia. Ser flexible de adulto exige años de desamparo como crío. Las madres humanas normalmente dan a luz un hijo cada vez y tienen que proporcionarle un largo período de cuidados insólito (e impracticables) en el resto de los animales. En contraste, los animales que llevan a cabo tan sólo unas cuantas subrutinas muy sencillas (como por ejemplo «Cómete sólo lo que parezca comida y aléjate de los objetos muy grandes») adoptan una estrategia de crianza distinta, generalmente algo como: «Pon muchos huevos y ten fe.» Sin la capacidad de crear nuevos programas, el único mantra de que disponen es: Si no puedes ser más listo que tu oponente, al menos sé más numeroso.

Así pues, ¿tienen conciencia los otros animales? En la actualidad la ciencia es incapaz de responder a esta pregunta de una manera experimental, pero yo propongo dos intuiciones. Primero, la conciencia probablemente no es una cuestión de todo o nada, sino que aparece gradualmente. Segundo, sugiero que existe una

correspondencia entre cierto grado de *conciencia animal* y su flexibilidad intelectual. Cuantas más subrutinas posee un animal, más necesita un director ejecutivo que lidere la organización. El director ejecutivo mantiene las subrutinas unificadas; es el encargado de los zombis. Para expresarlo de otro modo, una pequeña empresa no necesita un director ejecutivo que gane tres millones de dólares al año, pero una gran corporación sí. La única diferencia es el número de trabajadores que el director ejecutivo tiene que supervisar, asignándoles tareas e imponiéndoles metas.[180] Si coloca un huevo de color rojo en un nido de gaviotas argénteas, el animal se vuelve loco. El color rojo activa la agresividad del ave, mientras que la forma del huevo activa su instinto de empollar: el resultado es que simultáneamente intenta atacar el huevo e incubarlo.[181] Es como si los programas funcionaran a la vez sin ningún resultado productivo. El huevo rojo activa programas soberanos y en conflicto, impresos en el cerebro de la gaviota como feudos en liza. La rivalidad está ahí, pero el pájaro no tiene capacidad para arbitrar una cooperación fluida. De manera parecida, si un pez picón hembra se adentra en el territorio de un macho, éste muestra un comportamiento agresivo y de cortejo al mismo tiempo, y ésa no es manera de seducir a una dama. El pobre picón macho parece ser simplemente una colección de programas

[180] Es posible que contar con una abundante cantidad de sistemas zombis posea otras ventajas. Por ejemplo, nos hace menos predecibles para los depredadores. Si sólo poseyera una subrutina y la ejecutara cada vez, un depredador sabría exactamente cómo liquidarlo (piense en los cocodrilos que atacan a los ñus que cada año cruzan los ríos africanos de la misma manera, en la misma época). Los conjuntos más complejos de sistemas ajenos no sólo son más flexibles, sino más difíciles de predecir.

[181] Tinbergen, «Derived activities»

zombis de serie accionados por entradas de funcionamiento básico *(¡Intrusión! ¡Hembra!)*, y las subrutinas no han encontrado ningún método de arbitrar entre ellas, lo que parece sugerir que ni la gaviota argéntea ni el picón son animales especialmente conscientes.

Propongo que un índice útil para medir la conciencia es la capacidad de mediar con éxito entre sistemas zombis en conflicto. Un animal, cuanto más parezca un revoltijo de subrutinas integradas de entrada y salida, menor es la probabilidad de que tenga conciencia; cuanto más pueda coordinar, demorar la gratificación y aprender nuevos programas, más posible es que la posea. Si este enfoque es correcto, en el futuro se podría iniciar una serie de pruebas para medir de manera aproximada el grado de conciencia de una especie. Pensemos de nuevo en la desconcertada rata con la que nos topamos al principio del capítulo, la cual, atrapada entre el impulso de ir a buscar comida y el impulso de retroceder por la descarga eléctrica, se quedaba atascada entre ambos y oscilaba entre uno y otro. Todos sabemos lo que es tener momentos de indecisión, pero nuestro arbitraje humano entre los programas nos permite escapar de esos callejones sin salida y tomar una decisión. Rápidamente encontramos la manera de ir en un sentido o en otro mediante el engatusamiento o la censura. Nuestro director ejecutivo es lo bastante sofisticado para sacarnos de los atolladeros sencillos que inmovilizan a la pobre rata. Quizá sea en esto en lo que nuestra mente consciente –que sólo desempeña un

pequeño papel en nuestra función nerviosa total– destaca realmente.

§. Las multitudes

Pensemos de nuevo en cómo esto nos permite pensar en nuestro cerebro de una manera nueva; es decir, cómo el esquema de un equipo de rivales nos permite abordar misterios que serían inexplicables si adoptamos el punto de vista tradicional de los programas de ordenador o de la inteligencia artificial.

Consideremos el concepto de secreto. Lo más importante que sabemos de los secretos es que mantenerlos no es saludable para el cerebro.[182] El psicólogo James Pennebaker y sus colegas estudiaron qué ocurría cuando las víctimas de violación y de incesto, por vergüenza o por sentimiento de culpa, decidían guardar el secreto. Tras años de estudio, Pennebaker concluyó que «el acto de *no* comentar *ni* confiar a nadie el hecho podía llegar a ser más dañino que el hecho mismo per se».[183] Él y su equipo descubrieron que cuando los sujetos confesaban o escribían acerca de sus secretos más profundos, su salud mejoraba, se reducía su número de visitas al médico y había decrementos mesurables en sus niveles de hormonas del estrés.[184]

Los resultados son bastante claros, pero hace algunos años comencé a preguntarme cómo comprender estos descubrimientos desde la perspectiva de la ciencia del cerebro. Y eso me llevó a una

[182] Kelly, *The Psychology of Secrets*.
[183] Pennebaker, «Traumatic experience».
[184] Petrie, Booth y Pennebaker, «The immunological effects»

cuestión que, me di cuenta, nadie había abordado en la literatura científica: ¿qué es, neurobiológicamente, un secreto? Imaginemos que construimos una red nerviosa artificial de millones de neuronas interconectadas: ¿qué aspecto tendría un secreto? ¿Podría una tostadora, con sus partes interconectadas, guardar un secreto? Poseemos marcos de referencia científicos útiles para comprender la enfermedad de Parkinson, la percepción del color y la sensación de temperatura, pero ninguno para comprender lo que significa para el cerebro poseer y guardar un secreto.

Dentro del marco de referencia del equipo de rivales, un secreto es fácil de comprender: es el resultado de la lucha entre partidos que compiten en el cerebro. Una parte del cerebro quiere revelar algo, y otra no. Cuando en el cerebro hay votos enfrentados –uno a favor de contarlo, otro de guardarlo–, eso define un secreto. Si ningún partido tiene interés en contarlo, no es más que un hecho ocurrido; si los dos quieren contarlo, es una buena historia. Sin el marco de referencia de la rivalidad, no habría manera de comprender un secreto.[185] La razón por la que un secreto se experimenta de manera consciente es porque es el resultado de una rivalidad. No es un asunto como cualquier otro, por lo que el director ejecutivo tiene que intervenir.

La principal razón para no revelar un secreto es la aversión a las consecuencias a largo plazo. Un amigo podría pensar mal de ti,

[185] Hay gente cuya constitución le hace incapaz de mantener un secreto, y este equilibrio podría revelarnos algo de las batallas que se libran en su interior y de qué lado se inclinan. Los buenos espías y los agentes secretos son aquellos cuya batalla siempre se inclina hacia la toma de decisiones a largo plazo y no ceden al entusiasmo de divulgar sus secretos.

podrías perjudicar a una amante, o la comunidad podría hacerte el vacío. Esta preocupación por las consecuencias queda demostrada por el hecho de que es más probable que cualquiera le cuente sus secretos a un completo desconocido; con alguien que no conoces, el conflicto nervioso puede disiparse sin ningún coste. Por eso los desconocidos son tan francos en los aviones, donde cuentan todos los detalles de sus problemas conyugales, y por eso los confesionarios han seguido siendo un elemento básico en una de las religiones más extendidas del mundo. De manera parecida, eso podría explicar el atractivo de la oración, sobre todo en esas religiones que tienen dioses muy personales, deidades que te escuchan con total atención e infinito amor.

La última vuelta de tuerca de esta antigua necesidad de contar secretos a un desconocido son las páginas web tipo postsecret.com, donde la gente se confiesa de manera anónima. He aquí algunos ejemplos: «Cuando mi hija nació muerta, no sólo se me ocurrió secuestrar un bebé, sino que mentalmente lo planeé todo. Incluso me encontré observando a madres recientes con sus bebés, e intentando escoger al mejor»; «Estoy casi seguro de que tu hijo padece autismo, pero no tengo ni idea de cómo decírtelo»; «A veces me pregunto por qué mi padre abusaba de mi hermana y de mí no. ¿Es que yo no era lo bastante buena?».

Como sin duda habrá observado, airear un secreto generalmente se hace porque sí, no para que te den un consejo. Si el que escucha atisba una solución evidente a algún problema relacionado con el secreto y comete el error de sugerirlo, eso frustra al que lo cuenta,

pues en realidad lo único que quería era contarlo. El acto de revelar un secreto puede ser en sí mismo la solución. Una cuestión que queda abierta es por qué el que recibe el secreto tiene que ser humano, o casi humano, como en el caso de los dioses. Contarle sus secretos a una pared, una lagartija o una cabra es mucho menos satisfactorio.

§. ¿Dónde está C3PO?

Cuando era niño, imaginaba que a fecha de hoy ya tendríamos robots: robots que nos traerían la comida, nos lavarían la ropa y conversarían con nosotros. Pero algo no funcionó en el campo de la inteligencia artificial, y el resultado es que el único robot que hay en mi casa es un aspirador que funciona solo y es moderadamente estúpido.

¿Por qué se atascó la inteligencia artificial? La respuesta es clara: la inteligencia ha resultado ser un problema tremendamente complicado. La naturaleza ha tenido la oportunidad de llevar a cabo billones de experimentos a lo largo de miles de millones de años. Los humanos sólo llevamos unas décadas arañando la superficie del problema. Durante la mayor parte del tiempo, nuestro enfoque ha sido elaborar la inteligencia desde cero, aunque recientemente ese campo ha cambiado de estrategia. A la hora de llevar a cabo progresos significativos al construir robots que piensan, ahora está claro que necesitamos descifrar los trucos que la naturaleza ha elaborado.

Sugiero que el esquema del equipo de rivales desempeñará un papel importante a la hora de desatascar el campo de la inteligencia artificial. Los enfoques anteriores han llevado a cabo el paso útil de dividir el trabajo, pero los programas resultantes son impotentes sin opiniones discrepantes. Si tenemos la esperanza de inventar robots que piensen, nuestro reto no es tan sólo concebir un subagente que resuelva de manera inteligente cada problema, sino reinventar subagentes de manera incesante, todos ellos con soluciones que se solapen, y luego enfrentarlos entre sí. Las facciones que se solapan ofrecen protección contra la degradación (pensemos en la reserva cognitiva), así como una manera inteligente de resolver los problemas mediante enfoques inesperados.

Los programadores humanos abordan un problema asumiendo que existe una manera de resolverlo que es la *mejor*, o que existe una manera en que el robot *debería* resolverla. La lección principal que podemos extraer de la biología es que es mejor cultivar un equipo de poblaciones que ataquen el problema de maneras distintas y que se solapen. El esquema del equipo de rivales sugiere que el mejor enfoque es abandonar la cuestión de « ¿Cuál es la manera más inteligente de resolver ese problema?» por la de « ¿Existen maneras múltiples y que se solapan de resolverlo?».

Probablemente la mejor manera de crear un equipo sea mediante un enfoque evolutivo, generando al azar pequeños programas y permitiéndoles que se reproduzcan con pequeñas mutaciones. Esta estrategia nos permite descubrir continuamente soluciones, más que intentar hallar una solución perfecta desde cero. Tal como

afirma la segunda ley del biólogo Leslie Orgel: «La evolución es más inteligente que tú.» Si yo tuviera que postular una ley de la biología, sería la siguiente: «Desarrolla soluciones; cuando encuentres una buena, *no te detengas.*»

Hasta ahora la tecnología no le ha sacado provecho a la idea de una arquitectura democrática, es decir, al esquema del equipo de rivales. Aunque su ordenador está construido a base de miles de partes especializadas, éstas nunca colaboran ni discuten. Sugiero que la organización democrática basada en el conflicto –reasumida como la arquitectura del equipo de rivales– será el preludio de una nueva y fructífera época de maquinaria de inspiración biológica.[186]

* * * *

La principal lección de este capítulo es que usted está compuesto de todo un parlamento de piezas, partes y subsistemas. Más allá de una agrupación de sistemas localmente expertos, somos un conjunto de mecanismos que se solapan y se reinventan sin cesar, un grupo de facciones que compiten. La mente consciente inventa historias para explicar la dinámica en ocasiones inexplicable de los subsistemas que hay dentro del cerebro. Puede que resulte inquietante considerar hasta qué punto todas nuestras acciones están guiadas por sistemas integrados, que hacen lo que pueden,

[186] Quiero dejar claro que el esquema del equipo de rivales no resuelve, en sí mismo, el problema de la inteligencia artificial. La siguiente dificultad es aprender a controlar las sub partes, a asignar de manera dinámica el control a los subsistemas expertos, a mediar en los conflictos, a actualizar el sistema sobre la base de éxitos y fracasos recientes, a desarrollar un meta conocimiento de cómo actúan las partes cuando se enfrentan con tentaciones en el futuro próximo, etc. Nuestros lóbulos frontales se han desarrollado a lo largo de millones de años utilizando los mejores trucos de la biología, y todavía no hemos resuelto los enigmas de sus circuitos. Sin embargo, comprender la arquitectura correcta desde el principio es la mejor manera de avanzar.

mientras nosotros los recubrimos de relatos acerca de nuestras elecciones.

Observe que la población de la sociedad mental no siempre vota cada vez exactamente igual. Es un hecho que a menudo se pasa por alto cuando se habla de la conciencia, pues lo normal es que se asuma que usted es el mismo un día tras otro, un momento tras otro. A veces es capaz de leer bien; a veces va un poco a trompicones. A veces encuentra las palabras adecuadas; otras se le traba la lengua. Hay días en que es una persona de lo más rutinaria; otros en que se lanza a la aventura. Así pues, ¿quién es usted en realidad? Tal como lo expresó el ensayista Michel de Montaigne: «Existe tanta diferencia entre nosotros y nosotros como entre nosotros y los demás.»

La manera más rápida de definir una nación en cualquier momento es mediante los partidos políticos que están en el poder. Pero también queda definida por las opiniones políticas que se oyen en las calles y las casas. Para comprender globalmente una nación, hay que incluir los partidos que no están en el poder pero que podrían alcanzarlo en las circunstancias adecuadas. Del mismo modo, usted está compuesto de multitudes, aun cuando, en un momento dado, en el titular de su conciencia puede que sólo aparezca un subconjunto de todos los partidos políticos. Regresando a Mel Gibson y a su perorata de borracho, podemos preguntarnos si existe algo parecido a una personalidad «verdadera». Hemos visto que el comportamiento es el resultado de la batalla entre sistemas internos. Quede claro que no defiendo el

despreciable comportamiento de Gibson, sino que digo que el cerebro, comprendido como un equipo de rivales, puede albergar de manera natural sentimientos racistas y no racistas. El alcohol no es el suero de la verdad. Más bien suele inclinar la batalla hacia la facción irreflexiva a corto plazo, que no puede reclamar ni más ni menos que cualquier otra la condición de «verdadera». Ahora bien, podemos interesarnos por la facción irreflexiva de alguien, pues define hasta qué punto es capaz de llevar a cabo un comportamiento antisocial o peligroso. Ciertamente es racional preocuparse por el aspecto de una persona, y tiene sentido afirmar: «Gibson es capaz de tener opiniones antisemitas.» Al final, se puede hablar de manera razonable de la personalidad «más peligrosa» de alguien, pero «verdadera» personalidad podría ser un apelativo poco apropiado y sutilmente peligroso.

Teniendo esto en mente, ahora podemos regresar a un descuido accidental que aparece en la disculpa de Gibson: «No hay excusa, ni debería haber tolerancia ninguna, para cualquiera que piense o exprese algún tipo de comentario antisemita.» ¿Ve aquí algún error? ¿Cualquiera que *piense*? Me encantaría que nadie hubiera pensado jamás ningún comentario antisemita, pero, para mejor o para peor, existen poca esperanzas de poder controlar las patologías de la xenofobia que a veces infectan los sistemas ajenos. Casi todo lo que denominamos pensar sucede muy por debajo de la superficie del control cognitivo. Este análisis no pretende exculpar a Mel Gibson de su repugnante comportamiento, pero sí destacar una cuestión suscitada por todo lo que hemos aprendido: si la conciencia posee

menos control sobre la maquinaria mental de lo que habíamos intuido hasta ahora, ¿cómo afecta todo esto a la responsabilidad? Es la cuestión que pretendo analizar ahora.

Capítulo 6

Por qué la cuestión de la responsabilidad está mal planteada

Contenido:

§. La cuestión planteada por el hombre de la torre

§. Cambia el cerebro, cambia la persona: pedófilos, ladrones y jugadores inesperados

§. Adónde vas, dónde has estado

§. La cuestión del libre albedrío, y por qué la respuesta podría no importar

§. El paso de la culpa a la biología

§. La línea de la culpabilidad: por qué la cuestión de la responsabilidad está mal planteada

§. ¿Qué hacer a partir de ahora? Un sistema legal compatible con el cerebro y que mire hacia el futuro

§. La gimnasia prefrontal

§. El mito de la igualdad humana

§. Sentencias basadas en la modificabilidad

§. La cuestión planteada por el hombre de la torre

Un húmedo primero de agosto de 1966, Charles Whitman cogió el ascensor hacia la planta superior de la torre de la Universidad de Texas, en Austin.[187] El joven de veinticinco años subió andando tres tramos de escaleras hasta el mirador acarreando una maleta llena de armas y municiones. Al llegar arriba mató a un recepcionista con

[187] Lavergne, *A Sniper in the Tower*.

la culata de su rifle. A continuación disparó a dos familias de turistas que subían por la escalera antes de comenzar a disparar desde el mirador a la gente que pasaba por la calle de manera indiscriminada. La primera mujer que abatió estaba embarazada. Cuando algunos corrieron a ayudarla, también les disparó. Disparó a los peatones y a los conductores de ambulancias que acudieron a rescatarlos.

La noche antes Whitman se había sentado ante su máquina de escribir y redactado una nota de suicidio:

> *La verdad es que estos días no acabo de entenderme. Supuestamente soy un joven inteligente y razonable. Sin embargo, últimamente (no recuerdo cómo empezó) he sido víctima de muchos pensamientos inusuales e irracionales.*

Cuando se propagó la noticia del tiroteo, se ordenó que todos los agentes de policía de Austin acudieran al campus. Después de varias horas, tres agentes y un ciudadano rápidamente nombrado ayudante consiguieron subir las escaleras y matar a Whitman en el mirador. Sin incluirle a él, había trece personas muertas y treinta y nueve heridas.

La historia de la matanza de Whitman ocupó los titulares nacionales del día siguiente. Y cuando la policía fue a investigar a su casa en busca de pistas, la historia adquirió matices más siniestros: a primeras horas de la mañana, antes del tiroteo, había asesinado a su madre y apuñalado a su mujer mientras dormía. Tras esos

primeros asesinatos había retomado su nota de suicidio, que había continuado a mano.

> *Tras mucha reflexión he decidido asesinar a mi mujer, Kathy, esta noche. (...) La quiero muchísimo, y ella ha sido para mí tan buena esposa como cualquier hombre podría desear. Racionalmente no se me ocurre ninguna razón específica para hacerlo...*

Aparte de la conmoción por los asesinatos, había otra sorpresa oculta: la yuxtaposición de sus actos aberrantes y una vida personal normal y corriente. Whitman había sido boy scout y marine, había trabajado de cajero en un banco y se había presentado voluntario para jefe de grupo de scouts en la Tropa de Scouts de Austin Nº 5. De niño había sacado 138 en el test de inteligencia Stanford Binet, lo que le colocó en el percentil 99. Así, después de su sangrienta e indiscriminada matanza desde la torre de la Universidad de Texas, todo el mundo reclamaba respuestas.

Y de hecho, también Whitman. En su nota de suicidio solicitaba que le hicieran la autopsia para determinar si algo había cambiado en su cerebro, pues sospechaba que así había sido. Unos meses antes de la matanza, Whitman había escrito en su diario:

> *Una vez estuve hablando con un médico durante dos horas e intenté transmitirle el temor a verme superado por impulsos tremendamente violentos. Tras aquella sesión, no volví a ver al médico, y desde entonces me he enfrentado solo a mi torbellino mental, al parecer en vano.*

El cadáver de Whitman fue trasladado al depósito, le abrieron el cráneo y el forense extrajo el cerebro de su bóveda. Descubrió que el cerebro de Whitman mostraba un tumor del diámetro de una moneda de cinco centavos. Ese tumor, llamado glioblastoma, había surgido debajo de una estructura llamada tálamo, había empujado el hipotálamo y comprimido la tercera región llamada amígdala.[188] La amígdala participa en la regulación emocional, sobre todo por lo que se refiere al miedo y la agresión. A finales del siglo XIX, los investigadores habían descubierto que si la amígdala se deterioraba, provocaba alteraciones emocionales y sociales.[189] En la década de 1930, los biólogos Heinrich Klüver y Paul Bucy demostraron que el deterioro de la amígdala en los monos conducía a una constelación de síntomas que incluía ausencia de miedo, el embotamiento de la emoción y la aparición de reacciones exageradas.[190] Las monas con la amígdala deteriorada mostraban un comportamiento maternal inapropiado, descuidaban a sus crías e incluso las maltrataban.[191] En los humanos normales, la actividad de la amígdala aumenta cuando la gente ve caras amenazantes, se siente inmersa en situaciones que dan miedo o experimenta fobias sociales.

---

188 Informe médico al gobernador, La catástrofe de Charles J. Whitman, Aspectos médicos, 8 de septiembre de 1966

189 S. Brown y E. Shafer, «An Investigation into the functions of the occipital and temporal lobes of the monkey's brain», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Sciences*, 179 (1888): 303-327.

190 Klüver y Bucy, «Preliminary analysis». Esta constelación de síntomas, generalmente acompañados de hipersexualidad e hiperoralidad, se conoce como el síndrome de Klüver-Bucy.

191 K. Bucher, R. Myers y C. Southwick, «Anterior temporal cortex and maternal behaviour in monkey», *Neurology*, 20 (1970): 415.

La intuición de Whitman acerca de su situación –el hecho de que algo en su cerebro estaba cambiando– resultó acertada.

> *Imagino que da la impresión de que asesiné brutalmente a mis seres amados. Sólo intentaba hacer un trabajo rápido y concienzudo. (...) Si mi seguro de vida es válido, por favor, cancelen mis deudas. (...) donen el resto anónimamente a una fundación para la salud mental. A lo mejor la investigación puede prevenir futuras tragedias de este tipo.*

Otros habían observado también esos cambios. Eliane Fuess, una amiga íntima de Whitman, observó que «incluso cuando parecía perfectamente normal, daba la sensación de que intentaba controlar algo en su interior». Es de suponer que ese algo era su conjunto de programas coléricos y agresivos zombis. Sus facciones más frías y racionales se enfrentaban a las reactivas y violentas, pero la lesión a causa del tumor inclinó el voto hasta un punto en que dejó de ser una lucha justa.

El saber que Whitman padecía un tumor cerebral, ¿modifica su actitud acerca de estos asesinatos absurdos? Si Whitman hubiera sobrevivido, ¿afectaría eso a la sentencia que consideraría usted apropiada para él? ¿Cambia el tumor el grado de «culpa» que hay que achacarle? ¿Acaso no podría sucederle a usted el infortunio de desarrollar un tumor y perder el control de su comportamiento?

Y, por otro lado, ¿no sería peligroso concluir que la gente que padece un tumor está de algún modo libre de culpa, que deberían estar libres de cualquier responsabilidad por sus crímenes?

El hombre de la torre con esa masa en su cerebro nos lleva directamente al núcleo de la cuestión de la culpa. Para expresarlo en argot legal: ¿era *culpable*? ¿Hasta qué punto hay que atribuirle alguna responsabilidad a alguien que padece una lesión en el cerebro que no le deja ninguna otra elección? Después de todo, no somos independientes de la biología, ¿verdad?

§. Cambia el cerebro, cambia la persona: pedófilos, ladrones y jugadores inesperados

El de Whitman no es un caso aislado. En la interrelación entre neurociencia y derecho, los casos en los que hay daño cerebral aparecen cada vez más a menudo. A medida que desarrollamos mejores tecnologías para estudiar el cerebro, detectamos más problemas.

Observemos el caso de un hombre al que llamaré Alex, cuyas preferencias sexuales de repente comenzaron a transformarse. Pasó a interesarse por la pornografía infantil, y no sólo un poco, sino en un grado desmesurado. Dedicaba todo su tiempo a visitar páginas web y a mirar revistas de pornografía infantil. También solicitó los servicios de una prostituta en un salón de masajes, algo que no había hecho nunca. Posteriormente afirmó que quería reprimirse, pero que «le dominó el principio del placer». Procuraba ocultar sus actos, pero sus sutiles insinuaciones a su hijastra prepubescente alarmaron a su mujer, que pronto descubrió su colección de pornografía infantil. Lo echaron de casa, lo encontraron culpable de abusos deshonestos y fue condenado a rehabilitación en lugar de ir

a la cárcel. En el programa de rehabilitación, hizo insinuaciones sexuales inapropiadas a miembros del personal y a otros usuarios, y al final lo expulsaron y lo mandaron a la cárcel. Al mismo tiempo, Alex se quejaba de dolores de cabeza cada vez más intensos. La noche antes de conocer su sentencia, ya no pudo soportar más el dolor y se dirigió a urgencias. Lo sometieron a una exploración cerebral, que reveló un enorme tumor en la corteza orbitofrontal.[192] Los neurocirujanos le extirparon el tumor. El apetito sexual de Alex volvió a la normalidad.

El año siguiente a su operación cerebral, volvió su comportamiento pedófilo. El neurorradiólogo descubrió que se habían dejado una parte del tumor, que volvía a crecer. Lo sometieron a otra intervención. Tras la eliminación del resto del tumor, su comportamiento volvió de nuevo a la normalidad.

La historia de Alex pone de relieve un punto fundamental: cuando tu biología cambia, también cambian sus decisiones, sus apetitos y sus deseos. Los impulsos que daba por sentado («Soy hetero/homosexual», «Me atraen los niños/los adultos», «Soy agresivo/no agresivo», etc.) se basan en intrincados detalles de su maquinaria nerviosa. Aunque popularmente se considera que actuamos según esos impulsos por libre elección, el examen más superficial de todo lo que sabemos demuestra que ese supuesto tiene límites; veremos más ejemplos en un momento. La repentina pedofilia de Alex ilustra que los impulsos y los deseos ocultos pueden acechar detrás de la maquinaria nerviosa de la socialización

[192] Burns y Swerdlow, «Right orbitofrontal tumor»

sin que nadie los detecte. Cuando el lóbulo frontal se ve comprometido, la gente se «desinhibe», revelando la presencia de los elementos más sórdidos de la democracia nerviosa. ¿Sería correcto afirmar que Alex era «fundamentalmente» un pedófilo, meramente socializado para resistir sus impulsos? Puede, pero antes de empezar a poner etiquetas, considere que probablemente usted no querría descubrir las subrutinas ajenas que merodean bajo su propia corteza frontal.

Un ejemplo común de este comportamiento desinhibido aparece en pacientes con demencia frontotemporal, una trágica enfermedad en la que los lóbulos frontales y temporales degeneran. Con la pérdida de tejido cerebral, los pacientes pierden la capacidad de controlar sus impulsos ocultos. Para frustración de sus seres amados, estos pacientes violan las normas sociales de una infinidad de maneras: roban delante de los dependientes de cualquier tienda, se quitan la ropa en público, desobedecen las señales de STOP, se ponen a cantar cuando no es el momento, ingieren comida sacada de cualquier contenedor de basura, o se muestran físicamente agresivos o sexualmente transgresores. Los pacientes con demencia frontotemporal suelen acabar en los tribunales, donde sus médicos, abogados y avergonzados hijos adultos deben explicarle al juez que el quebrantamiento de la ley no fue exactamente *culpa* del infractor: gran parte de su cerebro había degenerado, y en la actualidad no hay medicación para detenerlo. El 57 % de los pacientes con demencia frontotemporal muestran un comportamiento que no respeta las leyes sociales y que suele acarrearles problemas con la

ley, un porcentaje muy alto en comparación con sólo el 27 % de los pacientes de Alzheimer.[193]

Otro ejemplo de cambios en el cerebro que conducen a cambios de comportamiento nos lo ofrece el tratamiento de la enfermedad de Parkinson. En 2001, las familias y los cuidadores de los pacientes con Parkinson comenzaron a observar algo extraño. Cuando a los pacientes se les suministraba un medicamento llamado pramipexole, algunos de ellos se volvían jugadores.[194] Y no sólo jugadores esporádicos, sino jugadores patológicos. Se trataba de pacientes que nunca habían mostrado ningún interés por el juego, y que ahora cogían un avión y se iban a Las Vegas. Un hombre de sesenta y ocho años perdió más de 200.000 dólares en seis meses en diversos casinos. Algunos pacientes se obsesionaban con el póker por internet y acumulaban facturas en tarjetas de crédito imposibles de pagar. Muchos hacían lo que podían para ocultar las pérdidas a su familia. Para algunos, la nueva adicción no se limitaba al juego, sino que los llevaba a comer y a consumir alcohol de manera compulsiva y a una hipersexualidad.

¿Qué estaba ocurriendo? Cuando se padece Parkinson se pierden parte de las células cerebrales que producen un neurotransmisor conocido como dopamina. El pramipexole desempeña el papel de la dopamina. Pero resulta que la dopamina es una sustancia química que desempeña dos funciones en el cerebro. Además de su papel en

---

193 Mendez et al., «Psychiatric symptoms associated with Alzheimer's disease»; Mendez et al., «Acquired sociopathy and frontotemporal dementia».

194 M. Leann Dodd, Kevin J. Klos, James H. Bower, Yonas E. Geda, Keith A. Josephs y J. Eric Ahlskog, «Pathological gambling caused by drugs used to treat Parkinson disease», *Archives of Neurology*, 62, Nº 9 (2005): 1377-1381.

las órdenes motoras, también participa en los sistemas de recompensa, guiando a una persona hacia la comida, la bebida, las parejas y otras cosas útiles para la supervivencia. Debido al papel de la dopamina a la hora de sopesar los costes y beneficios de las decisiones, un desequilibrio en su nivel puede accionar la ludopatía, el comer con exceso y la drogadicción: comportamientos que se originan cuando el sistema de recompensa no funciona bien.[195]

Los médicos ahora están atentos a estos cambios de comportamiento como un posible efecto secundario de los medicamentos con dopamina como el pramipexole, y en la etiqueta aparece claramente una lista de advertencia. Cuando surge un problema con el juego, los familiares de cuidadores tienen órdenes de proteger las tarjetas de crédito del paciente y vigilar atentamente sus actividades en internet y sus salidas locales. Por suerte, los efectos de este medicamento son reversibles: el médico simplemente disminuye la dosis y el comportamiento ludópata desaparece.

La lección está clara: un pequeño cambio en el equilibrio de la química del cerebro puede causar grandes cambios en el comportamiento, y éste no se puede separar de su biología. Si nos gusta creer que la gente elige libremente su comportamiento (como en el caso de «No juego porque tengo mucha voluntad»), casos como el de Alex el pedófilo, los pacientes frontotemporales que roban y los pacientes de Parkinson que juegan de manera compulsiva podrían animarnos a examinar nuestras opiniones con más cautela. Quizá

[195] Para una base sólida y una clara exposición de los sistemas de recompensa, véase Montague, *Your Brain Is (Almost) Perfect*.

no todo el mundo sea igual de «libre» a la hora de elegir una opción socialmente apropiada.

§. Adónde vas, dónde has estado

Muchos de nosotros creemos que todos los adultos poseen la misma capacidad para llevar a cabo elecciones sensatas. Como idea no está mal, pero es errónea. Las diferencias entre un cerebro y otro son enormes, y no sólo influye la genética, sino el entorno en el que crece cada uno. Hay muchos «patógenos» (tanto químicos como conductuales) que pueden influir en cómo acabamos siendo; entre éstos se incluye el abuso de sustancias por parte de la madre durante la gestación, el estrés maternal y el nacer con poco peso. Cuando un niño crece, que se le desatienda o se le maltrate, o que sufra lesiones en la cabeza, pueden causar problemas en el desarrollo mental. Una vez el niño es adulto, el abuso de ciertas sustancias y la exposición a algunas toxinas pueden dañar el cerebro, modificar la inteligencia, la agresividad y la capacidad de tomar decisiones.[196] La gran campaña de las instituciones de salud pública para eliminar la pintura que contiene plomo surgió al demostrarse que incluso niveles bajos de plomo pueden provocar daño cerebral y hacer que los niños sean menos inteligentes y, en algunos casos, más impulsivos y agresivos. Cómo acaba uno siendo depende de dónde ha estado. Así que cuando pensamos en culpar a alguien de algo, lo primero que hemos de considerar es que la gente no escoge el camino que sigue su desarrollo.

[196] Rutter, «Environmentally mediated risks»; Caspi y Moffitt, «Gene-environment interactions».

Como veremos, esto no priva de responsabilidad a los delincuentes, pero es importante comenzar esta discusión comprendiendo con claridad que las personas comienzan sus vidas en lugares muy distintos. Es muy fácil imaginarse en la piel de un delincuente y concluir: «Bueno, *yo* no habría hecho eso», porque si usted no se ha visto expuesto a la cocaína cuando estaba en el útero, al envenenamiento por plomo, al maltrato físico, y él sí, entonces su caso y el de esa otra persona no son comparables. El cerebro de él y de usted son distintos; usted nunca podría estar en su piel. Aun cuando quisiera imaginar lo que se sentiría al ser esa otra persona, le resultaría muy difícil.

Quién es usted comienza mucho antes de su infancia: comienza en la concepción. Si cree que los genes tienen poca importancia en cómo se comporta la gente, considere este hecho asombroso: si es portador de una serie concreta de genes, la probabilidad de que cometa un delito violento aumenta en un ochocientos ochenta y dos *por ciento*. He aquí las estadísticas del Departamento de Justicia de los Estados Unidos, que he dividido en dos grupos: delitos cometidos por la población que es portadora de esa serie concreta de genes y delitos cometidos por la población que no lo es:

Número medio de delitos violentos cometidos anualmente en los Estados Unidos

Delito	*Portador de los genes*	*No portador*
Agresión con daños físicos graves	3.419.000	435.000
Homicidio	14.196	1.468
Robo a mano armada	2.051.000	157.000
Agresión sexual	442.000	10.000

En otras palabras, si es portador de estos genes, tiene ocho veces más probabilidades de cometer una agresión con daños físicos graves, diez veces más probabilidades de cometer asesinato, trece veces más probabilidades de cometer robo a mano armada y cuarenta y cuatro veces más probabilidades de cometer una agresión sexual.

Más o menos la mitad de la población humana es portadora de esos genes, y la otra mitad no, con lo que la primera mitad es mucho más peligrosa. Es un dato incontestable. La abrumadora mayoría de los presos son portadores de esos genes, como por ejemplo el 98,4 % de los que están en el corredor de la muerte. Parece evidente que los portadores tienen una fuerte predisposición hacia un tipo distinto de comportamiento, y esa estadística por sí sola indica que no podemos suponer que todo el mundo llega a este mundo igualmente equipado en términos de impulsos y comportamiento.

Regresaremos a esos genes dentro de un momento, pero antes quiero relacionar esta cuestión con el punto principal que hemos visto a lo largo de todo el libro: no somos nosotros quienes remamos el bote de nuestro comportamiento, o al menos no tanto como creemos. *Quiénes somos* es algo que queda muy por debajo de la

superficie de nuestra conciencia, y los detalles se remontan a la época anterior a nuestro nacimiento, cuando el encuentro entre un espermatozoide y un óvulo nos otorgó ciertos atributos y no otros. *Quiénes podemos ser* comienza con nuestros programas moleculares –una serie de códigos ajenos escritos en cadenas de ácidos invisiblemente pequeñas– mucho antes de que tengamos nada que ver con ello. Somos el producto de una historia microscópica e inaccesible.

Por cierto, por lo que se refiere a esa peligrosa serie de genes, probablemente ha oído hablar de ellos. Se resumen en el cromosoma Y. Si es usted portador, lo llamamos varón.

* * * *

Por lo que se refiere a la naturaleza y la crianza, lo importante es que *usted no eligió ninguna de las dos*. Procedemos de un proyecto genético y nacemos en un mundo cuyas circunstancias, en nuestros años más formativos, no podemos elegir. Las complejas interacciones entre los genes y el entorno significan que los ciudadanos de nuestra sociedad poseen perspectivas distintas, personalidades desparejas y capacidades variadas a la hora de tomar decisiones. No se trata de *elecciones* en las que participe el libre albedrío de los ciudadanos; son las manos de naipes que nos han repartido.

Como no hemos elegido los factores que afectaron a la formación y estructura de nuestro cerebro, los conceptos de libre albedrío y responsabilidad personal comienzan a aparecer con signos de interrogación. ¿Tiene sentido afirmar que Alex hizo una mala

elección, aun cuando el tumor cerebral no fuera su culpa? ¿Resulta justificable afirmar que los pacientes con demencia frontotemporal o Parkinson deberían ser *castigados* por su mal comportamiento?
Parece que avanzamos en una dirección incómoda –los delincuentes no tienen culpa de nada–, pero, por favor, siga leyendo, porque voy a enseñarle la lógica de un nuevo argumento paso a paso. El resultado final será que podemos tener un sistema legal basado en las pruebas en el que seguiremos sacando a los delincuentes de las calles, pero cambiaremos los motivos del castigo y las oportunidades de rehabilitación. Cuando la moderna ciencia del cerebro se expone con claridad, es difícil justificar cómo nuestro sistema legal puede seguir funcionando sin ella.

§. La cuestión del libre albedrío, y por qué la respuesta podría no importar

> *El hombre es una obra maestra de la creación, aunque sólo sea porque ni el mayor determinismo puede impedirle creer que actúa como un ser libre.*
> GEORG C. LICHTENBERG,
> *Aforismos*

El 20 de agosto de 1994, en Honolulu, Hawái, una elefanta de circo llamada Tyke actuaba delante de cientos de espectadores. En algún

momento, por razones ocultas en el circuito nervioso de la elefanta, explotó. Embistió a su cuidadora, Dallas Beckwith, y a continuación pisoteó a su entrenador, Allen Beckwith. Delante de la aterrada multitud, Tyke atravesó las barreras de la pista; una vez fuera, atacó a un publicista llamado Steve Hirano. Todos esos sangrientos sucesos fueron grabados por las videocámaras del público. Tyke se fue trotando por las calles del distrito de Kakaako. Durante los treinta minutos siguientes, la policía de Hawái le dio caza, disparándole un total de ochenta y seis balas. Al final, tras todos esos impactos, Tyke se desplomó y murió.

Los ataques de elefantes como éste no son raros, y la parte más extraña de cada historia es el final. En 1903, el elefante Topsy mató a tres de sus cuidadores en Coney Island y, en una exhibición de la nueva tecnología, fue electrocutado por Thomas Alva Edison. En 1916, en Tennessee, la elefanta Mary, que actuaba en los Sparks World Famous Shows, mató a su cuidadora delante del público. Respondiendo a la sed de sangre de la comunidad, el propietario del circo ahorcó a Mary de una inmensa soga que colgaba de una grúa de los ferrocarriles, el único elefante de la historia que se sabe que ha muerto ahorcado.

Ni siquiera nos molestamos en cuestionarnos la culpa cuando se trata de un elefante de circo que de repente pierde la cabeza. No hay abogados especializados en defender elefantes, ni juicios interminables, ni argumentos en favor del atenuante biológico. Simplemente tratamos al elefante de la manera más directa para mantener la seguridad pública. Después de todo, se entiende que

Tyke, Topsy y Mary son simplemente animales, nada más que un voluminoso conjunto de sistemas elefantinos zombis.

Por el contrario, cuando se trata de seres humanos, el sistema legal se basa en el supuesto de que *todos* poseemos libre albedrío, y se los juzga en base a esa libertad percibida. Sin embargo, puesto que nuestro sistema nervioso funciona fundamentalmente según los mismos algoritmos que el de nuestros primos paquidermos, ¿tiene sentido esta distinción entre humanos y animales? Anatómicamente, nuestros cerebros están compuestos de las mismas piezas y partes, con nombres como *corteza, hipotálamo, formación reticular, fórnix, núcleo septal*, etc. Las diferencias en la estructura corporal y los nichos ecológicos modifican ligeramente las pautas de conectividad, pero por lo demás, encontramos en nuestro cerebro el mismo esquema que en el cerebro de un elefante. Desde un punto de vista evolutivo, los cerebros de los mamíferos se diferencian tan sólo en mínimos detalles. Así pues, ¿en qué parte del circuito de los humanos hemos de suponer que se cuela esta libertad de elección?

* * * *

Por lo que se refiere al sistema legal, los humanos son *razonadores prácticos*. Utilizamos la deliberación consciente para decidir cómo actuar. Tomamos nuestras propias decisiones. Así, en el sistema legal, el fiscal no solamente debe demostrar un acto culpable, sino también una mente culpable.[197]Y si empre y cuando no haya nadie

[197] La mente culpable se conoce como *mens rea*. Si uno comete el acto culpable *(actus rea)*, pero no se puede demostrar que va acompañado de *mens rea*, no es culpable.

que estorbe a la mente a la hora de controlar el cuerpo, se supone que esa persona es completamente responsable de sus actos. La idea del razonador práctico es a la vez intuitiva y –como debería quedar bien claro en este punto del libro– enormemente problemática. En esta intuición existe una tensión entre la biología y el derecho. Después de todo, existen vastas y complejas redes biológicas que nos llevan a ser quienes somos. No llegamos al mundo como una hoja en blanco, libres para asimilar el mundo y tomar decisiones sin ninguna cortapisa. De hecho, no está claro hasta qué punto el *yo* consciente –en oposición al yo genético y nervioso– consigue decidir nada.

Hemos llegado al quid de la cuestión. ¿Cómo exactamente deberíamos asignar la culpabilidad a la gente por su variado comportamiento cuando resulta difícil defender que realmente puedan elegir libremente?

¿O quizá, a pesar de todo, la gente realmente puede elegir cómo actúa? Incluso teniendo en cuenta la maquinaria que lo constituye, ¿existe alguna voz interior que es independiente de la biología, que dirige las decisiones, que susurra incesantemente lo que está bien y lo que está mal? ¿No es eso lo que denominamos libre albedrío?

* * * *

La existencia del libre albedrío en el comportamiento humano es el tema de un antiguo y acalorado debate. Aquellos que apoyan el libre albedrío suelen basar su argumento en la experiencia subjetiva directa *(considero* que he tomado la decisión de levantar el dedo justo ahora), lo cual, como acabamos de ver, puede ser engañoso.

Aunque nuestras decisiones podrían parecer fruto de nuestra libre elección, no existe prueba alguna de que lo sean.

Consideremos la decisión de mover una parte del cuerpo. Es como si el libre albedrío le llevara a sacar la lengua, hacer una mueca o pronunciar el nombre de alguien. Pero el libre albedrío no es *necesario* que desempeñe ningún papel en estos actos. Tomemos el síndrome de Tourette, en el que una persona padece movimientos y vocalizaciones involuntarios. Un típico paciente de ese síndrome saca la lengua, hace una mueca o pronuncia el nombre de alguien, y todo ello ocurre sin que *escoja* hacerlo. Un síntoma común de este síndrome es la llamada coprolalia, un desdichado comportamiento en el que la persona profiere palabras o frases socialmente inaceptables, como insultos o epítetos raciales. Por desgracia para el paciente de Tourette, las palabras que salen de su boca son lo último que querría decir en esa situación: la coprolalia se activa cuando se ve a alguien o algo que prohíbe dicha exclamación. Por ejemplo, puede que uno de esos pacientes, al ver a una persona obesa, se vea impelido a gritar: « ¡Gordo!» El hecho de que sea un pensamiento prohibido provoca la compulsión de gritarlo.

Los tics motores y las exclamaciones inapropiadas del síndrome de Tourette no los genera lo que denominamos libre albedrío, por lo que inmediatamente aprendemos dos cosas de los pacientes de este síndrome. Primero, una acción sofisticada puede ocurrir en ausencia del libre albedrío, lo que significa que ejecutar un acto complicado o presenciarlo en otra persona no debería convencernos de que tras él está el libre albedrío. Segundo, el paciente de Tourette

no puede *no* hacerlo: no puede utilizar el libre albedrío para anular o controlar lo que otras partes del cerebro han decidido hacer. No posee una *libre prohibición*. Lo que la falta de libre albedrío y la falta de libre prohibición tienen en común es la falta de «libertad». El síndrome de Tourette es un caso en el que los sistemas zombis toman decisiones y todos coincidimos en que la persona no es responsable.

Dicha falta de decisiones libres no se restringe al síndrome de Tourette. También lo vemos en los trastornos llamados psicogénicos, en los que el movimiento de las manos, los brazos, las piernas y la cara son involuntarios, aun cuando desde luego *parezcan* voluntarios: si le preguntamos a un paciente por qué mueve los dedos arriba y abajo, explicará que no ejerce ningún control sobre su mano. No puede dejar de hacerlo. De manera parecida, tal como hicimos en el capítulo anterior, los pacientes del cerebro dividido a menudo pueden desarrollar un síndrome de mano ajena: mientras una mano se abrocha los botones de la camisa, la otra mano intenta desabrocharlos. Cuando una mano intenta coger un lápiz, la otra lo aparta. Tanto da lo mucho que se esfuerce el paciente, no puede impedir que la mano ajena haga lo que está haciendo. La decisión de poner en marcha el movimiento o pararlo no es «suya».

Los actos inconscientes no se limitan a los gritos involuntarios ni a las manos díscolas. Veamos el ejemplo de Kenneth Parks, un hombre de Toronto de veintitrés años, casado, con una hija de cinco meses y una estrecha relación con su familia política. Padecía

dificultades económicas, problemas maritales y adicción al juego, por lo que quedó en verse con sus parientes políticos para exponerles sus problemas. Su suegra, que lo describió como un «afable gigante», estaba impaciente por comentar esas cuestiones con él. Pero el día antes de su encuentro, en la madrugada del 23 de mayo de 1987, Kenneth se levantó de la cama, pero no se despertó. Sonámbulo, se subió al coche y condujo veinte kilómetros hasta la casa de sus parientes políticos. Irrumpió en ella y apuñaló a su suegra hasta matarla. A continuación atacó a su suegro, que sobrevivió. Posteriormente cogió el coche y se dirigió a la comisaría. Una vez allí dijo: «Creo que he matado a algunas personas…, mis manos», dándose cuenta por primera vez de que tenía profundos cortes en las manos. Lo llevaron al hospital y le operaron los tendones de las manos.

A lo largo del año siguiente, el testimonio de Kenneth fue extraordinariamente coherente incluso cuando el fiscal intentó que incurriera en alguna contradicción: no recordaba nada del incidente. Además, mientras que todo el mundo estaba de acuerdo en que Kenneth había cometido el asesinato sin la menor duda, también coincidían en que no tenía ningún móvil. Sus abogados defensores arguyeron que era un caso de asesinato en estado de sonambulismo, conocido como sonambulismo homicida.[198]

En 1988, en la vista del tribunal, el psiquiatra Ronald Billings, como experto, prestó la siguiente declaración:

[198] Broughton et al., «Homicidal somnambulism».

P: ¿Existe alguna prueba de que una persona pueda trazar un plan mientras está despierta y luego asegurarse de llevarlo a cabo mientras duerme?

R: No, rotundamente no. Probablemente el rasgo más sobresaliente de lo que sabemos que ocurre en la mente durante el sueño es que es muy independiente de sus estados mentales en la vigilia en términos de objetivos y demás. En comparación con cuando estamos despiertos, cuando dormimos existe una falta de control a la hora de dirigir nuestras mentes. En el estado de vigilia, por supuesto, a menudo planeamos cosas de manera voluntaria, lo que denominamos volición –es decir, decidimos hacer esto en oposición a lo otro–, y no hay prueba de que eso ocurra durante el sonambulismo...

P: Y suponiendo que estuviera sonámbulo todo el tiempo, ¿habría tenido la intención de hacerlo?

R: No.

P: ¿Se habría dado cuenta de lo que estaba haciendo?

R: No, no se habría dado cuenta.

P: ¿Habría comprendido las consecuencias de lo que hacía?

R: No, no creo que las comprendiera. Creo que habría sido una actividad inconsciente, incontrolada y no meditada.

El sonambulismo homicida ha resultado ser un reto difícil para los tribunales, pues mientras la reacción de la opinión pública consiste en gritar « ¡Farsante!», el cerebro opera de hecho en un estado diferente cuando duerme, y el sonambulismo es un fenómeno

verificable. En los trastornos del sueño, conocidos como parasomnias, las enormes redes del cerebro no siempre transitan de manera fluida entre el sueño y la vigilia: pueden quedarse atascadas en medio. Dada la colosal cantidad de coordinación nerviosa que se exige para la transición (incluyendo las cambiantes pautas de los sistemas neurotransmisores, las hormonas y la actividad eléctrica), lo que quizá resulte sorprendente es que las parasomnias no sean más frecuentes.

Mientras el cerebro normalmente emerge del sueño de ondas lentas hacia estados más livianos, y finalmente a la vigilia, el electroencefalograma (EEG) de Kenneth mostraba que su cerebro intentaba salir de la fase de sueño profundo directamente a la vigilia, e intentaba llevar a cabo esa peligrosa transición entre diez y veinte veces por noche. En un cerebro normal, esa transición no se intenta ni siquiera una noche. Como era imposible que Kenneth falsificara los resultados de su EEG, esos descubrimientos fueron el factor decisivo que convenció al jurado de que realmente sufría un problema de sonambulismo, un problema lo bastante grave como para que sus actos fueran involuntarios. El 25 de mayo de 1988 el jurado del caso de Kenneth Parks lo declaró no culpable del asesinato de su suegra, y también, posteriormente, del intento de asesinato de su suegro.[199]

[199] En el momento en que escribo estas líneas, se han dado sesenta y ocho casos de sonambulismo homicida en los tribunales norteamericanos y europeos, el primero registrado en el siglo XVII. Aunque podemos suponer que una parte de estos casos son alegaciones deshonestas, hay una parte que no lo son. Estas mismas condiciones de parasomnia han aparecido más recientemente en los tribunales relacionadas con el sexo durante el sueño –por

* * * *

Como ocurre con los pacientes del síndrome de Tourette, los que están sometidos a trastornos psicogénicos, y los pacientes de cerebro dividido, el caso de Kenneth ilustra que ese comportamiento de nivel superior puede ocurrir en ausencia del libre albedrío. Al igual que el latido de su corazón, la respiración, el parpadeo y el tragar, también su maquinaria mental puede ir en piloto automático.

El quid de la cuestión es si *todos* sus actos ocurren fundamentalmente en piloto automático o si existe alguna pequeña área en la que seamos «libres» de elegir, independientemente de las reglas de la biología. Éste ha sido siempre un problema insoluble tanto para los científicos como para los filósofos. Que nosotros sepamos, toda actividad cerebral viene impulsada por otra actividad cerebral, en una red enormemente compleja e interconectada. Para mejor o para peor, esto no parece dejar mucho sitio a nada *aparte de* la actividad nerviosa; es decir, no hay sitio para una mente separada del cuerpo. Para considerarlo desde la otra perspectiva, si el libre albedrío ha de tener alguna influencia en los actos del cuerpo, no le queda más remedio que influir en la actividad cerebral en curso. Y para ello necesita estar físicamente conectada con al menos algunas neuronas. Pero no encontramos ningún lugar del cerebro que no sea impulsado por otras partes de la red. Por el contrario, todas las partes del cerebro están densamente

ejemplo, violación o infidelidad mientras se duerme–, y varios casos han recibido la absolución por este motivo.

interconectadas con otras partes del cerebro, e impulsadas por éstas, lo que sugiere que no existe ninguna parte independiente y por tanto «libre».

Así pues, según nuestros conocimientos científicos actuales, no hay manera de encontrar el espacio físico en el que colocar el libre albedrío –la causa incausada–, porque no parece haber ninguna parte de la maquinaria que no siga una relación causal con las otras partes. Todo lo que hemos afirmado aquí se basa en lo que sabemos en este momento de la historia, que desde luego parecerá bastante tosco dentro de un milenio; sin embargo, en este punto, nadie puede ver una manera clara de sortear el problema de cómo una entidad no física (el libre albedrío) interactúa con una entidad física (el material del cerebro).

Pero pongamos que, a pesar de lo que diga la biología, siente usted la poderosísima intuición de poseer libre albedrío. ¿Hay alguna manera de que la neurociencia pueda poner a prueba directamente su existencia mediante un test?

En la década de 1960, un científico llamado Benjamin Libet colocó unos electrodos en la cabeza de unos sujetos y les pidió que llevaran a cabo una tarea muy sencilla: levantar un dedo en el momento que eligieran. Tenían que observar un reloj de alta resolución y se les pedía que se fijaran en el momento exacto en que «sentían el impulso» de llevar a cabo el movimiento.

Libet descubrió que la gente era consciente del impulso de moverse más o menos un cuarto de segundo antes de llevar a cabo el movimiento. Pero ésa no fue la parte sorprendente. Al examinar los

EEG –las ondas cerebrales– descubrió algo más sorprendente: la actividad del cerebro comienza a surgir *antes* de que sientan el impulso de moverse. Y no sólo por poco. Por más de un segundo. (Véase la figura siguiente.) En otras palabras, había partes del cerebro que tomaban decisiones mucho antes de que la persona experimentara conscientemente el impulso.[200] Regresando a la analogía entre la conciencia y el periódico, parece que nuestro cerebro se pone en marcha entre bastidores –desarrollando coaliciones nerviosas, planificando actos, votando planes– antes de que recibamos la noticia de que se nos acaba de ocurrir la gran idea de levantar un dedo.

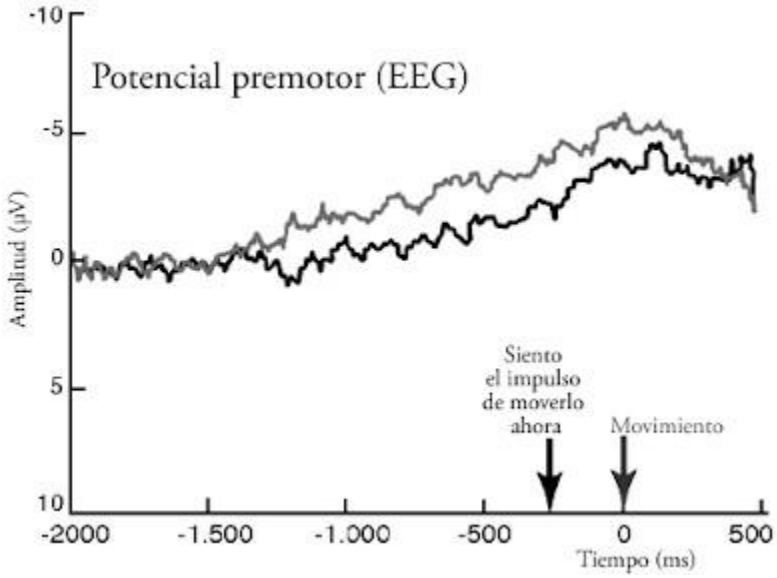
Los experimentos de Libet causaron gran conmoción.[201] ¿Podía ser cierto que la mente consciente es la última en la cadena de mando que recibe información? ¿Era ese experimento el último clavo en el ataúd del libre albedrío? El propio Libet temía esa posibilidad suscitada por sus experimentos, y finalmente sugirió que es posible que conservemos la libertad en forma de poder de *veto*. En otras palabras, aunque no podemos controlar el hecho de sentir el impulso de mover el dedo, quizá podemos conservar una diminuta ventanilla de tiempo para impedir ese movimiento. ¿Salva eso el libre albedrío? Es difícil decirlo. A pesar de la impresión de que un veto podría elegirse libremente, no hay ninguna prueba que sugiera

---

200 Libet, Gleason, Wright y Pearl, «Time»; Haggard y Eimer, «On the relation»; Kornhuber y Deecke, «Changes»; Eagleman, «The where and when of intention»; Eagleman y Holcombe, «Causality»; Soon et al., «Unconscious determinants of free decisions».

201 No todo el mundo está de acuerdo en que la sencilla prueba de Libet constituya un test valioso de libre albedrío. Tal como señala Paul McHugh: «¿Qué otra cosa sería de esperar cuando se estudia un acto caprichoso que ni tiene consecuencias ni importancia para quien lo comete?»

que eso no sea también el resultado de una actividad nerviosa surgida entre bastidores, oculta a la conciencia.



«Mueva el dedo cuando sienta el impulso de hacerlo.» Se puede medir el aumento de actividad nerviosa mucho antes de llevar a cabo un movimiento voluntario. El «potencial premotor» es más grande cuando los sujetos juzgan el tiempo de su impulso para moverlo (línea gris) en lugar del movimiento mismo (línea negra). De Eagleman, Science*, 2004, adaptado de Sirigu et al.,* Nature Neuroscience*, 2004*.

La gente ha propuesto varios argumentos alternativos para intentar salvar el concepto de libre albedrío. Por ejemplo, mientras que la física clásica describe un universo que es estrictamente determinista (cada cosa se sigue de la anterior de manera predecible), la física cuántica a escala atómica introduce lo impredecible y la incertidumbre como parte inherente del cosmos. Los padres de la física cuántica se preguntaban si esta nueva

ciencia podría salvar el libre albedrío. Por desgracia, no es así. Un sistema probabilístico e impredecible es igual de insatisfactorio que un sistema determinista, porque en ambos casos no hay elección. Se trata o bien de lanzar una moneda o de golpear una bola de billar, pero en ningún caso es identificable con la libertad en el sentido en que desearíamos tenerla.

Otros pensadores que intentan salvar el libre albedrío se han fijado en la teoría del caos, señalando que el cerebro es tan enormemente complejo que en la práctica no hay manera de terminar su siguiente movimiento. Mientras que es algo realmente cierto, no aborda de manera significativa el problema del libre albedrío, porque los sistemas estudiados en la teoría del caos siguen siendo deterministas: cada paso conduce inevitablemente al siguiente. Resulta muy difícil predecir adónde van los sistemas caóticos, pero cada estado del sistema está causalmente relacionado con el anterior. Es importante recalcar la diferencia entre que un sistema sea impredecible y que sea libre. Cuando se hunde una pirámide de pelotas de ping-pong, la complejidad del sistema hace que sea imposible predecir las trayectorias y posiciones finales de las pelotas, pero cada una sigue sin duda las reglas deterministas del movimiento. El hecho de que no podamos decir adónde van todas no significa que el conjunto de pelotas sea «libre».

Así que a pesar de nuestras esperanzas e intuiciones acerca del libre albedrío, en la actualidad no hay ningún argumento que demuestre su existencia de manera convincente.

* * * *

La cuestión del libre albedrío tiene mucha importancia cuando abordamos el tema de la culpabilidad. Cuando un delincuente se presenta delante del juez tras haber cometido un delito reciente, el sistema legal quiere saber si *se le puede echar la culpa*. Después de todo, que una persona sea esencialmente responsable de sus actos tiene mucho que ver con la manera en que la castigamos. Usted puede castigar a su hijo si escribe con un lápiz en la pared, pero no lo castigaría si hiciera lo mismo estando sonámbulo. ¿Por qué no? Se trata del mismo niño con el mismo cerebro en ambos casos, ¿o no? La diferencia radica en sus intuiciones acerca del libre albedrío: en un caso su hijo lo tiene, en el otro, no. En un caso decide hacer una travesura, en el otro es un autómata inconsciente. Le asigna culpabilidad en el primer caso, pero no en el segundo.

Los sistemas legales comparten su intuición: la responsabilidad de sus actos tiene que ver con el control volitivo. Si Kenneth Parks estaba despierto cuando mató a su suegra, lo cuelgan. Si estaba dormido, lo absuelven. De manera parecida, si usted le da un puñetazo en la cara a alguien, al abogado le importa saber si lo hizo por agresividad o si padece hemibalismo, un trastorno en el que sus extremidades se agitan violentamente sin previo aviso. Si estrella su furgoneta contra un puesto de fruta de la carretera, la ley quiere saber si conducía como un loco o si fue víctima de un ataque al corazón. Todas estas distinciones giran en torno a la suposición de que poseemos libre albedrío.

¿Pero lo poseemos? ¿No lo poseemos? La ciencia todavía no puede encontrar una manera de decir que sí, pero a nuestra intuición le

cuesta mucho decir no. Después de siglos de debate, el libre albedrío sigue siendo un problema abierto, válido y de relevancia científica.

Lo que yo propongo es que *la respuesta a la cuestión del libre albedrío no tiene importancia*, al menos no para la política social, y he aquí por qué. En el sistema legal, existe una defensa conocida como *automatismo*. Se alega cuando una persona lleva a cabo un acto automático; por ejemplo, si un ataque epiléptico hace que un conductor estrelle su coche contra una multitud. La alegación de automatismo se utiliza cuando un abogado afirma que un acto fue debido a un proceso biológico sobre el cual el acusado ejerce poco o ningún control. En otras palabras, hubo un acto culpable, pero no obedeció a ninguna *elección*.

Pero espere un momento. Basándonos en lo que hemos aprendido, ¿esos procesos biológicos no describen casi todo o, diría alguien, todo lo que ocurre en nuestro cerebro? Teniendo en cuenta nuestra genética, nuestras experiencias infantiles, las toxinas medioambientales, las hormonas, los neurotransmisores y el circuito nervioso, son tantas las decisiones que escapan a nuestro control explícito que se podría decir que no somos nosotros los que estamos al mando. En otras palabras, el libre albedrío *podría* existir, pero si existe, tiene muy poco espacio en el que actuar. Así que voy a proponer lo que denomino el *principio de automatismo suficiente*. El principio surge de manera natural al comprender que el libre albedrío, si existe, no es más que un pequeño factor montado en lo alto de una enorme maquinaria automatizada. Tan pequeño que

podríamos pensar que una decisión es mala del mismo modo que pensamos en cualquier otro proceso físico, como la diabetes o la enfermedad pulmonar.[202] En principio afirma que la respuesta a la cuestión del libre albedrío simplemente no importa. Aun cuando dentro de cien años se demuestre de manera concluyente la existencia del libre albedrío, eso no cambia el hecho de que el comportamiento humano opera en gran medida casi sin atender la mano invisible de la volición.

Para expresarlo de otra manera, Charles Whitman, Alex el repentino pedófilo, los ladrones frontotemporales, los pacientes de Parkinson que se dan al juego y Kenneth Parks comparten todos el haber cometido los actos que no se pueden considerar separadamente de la biología de quien los comete. El libre albedrío no es tan simple como intuimos, y la confusión que nos provoca sugiere que no podemos utilizarlo de manera significativa como base para las decisiones de castigo.

Al considerar este problema, Lord Bingham, presidente del Tribunal Supremo británico, lo expresó hace poco de la siguiente manera:

> *En el pasado, la ley solía basarse (...) en una serie de supuestos de trabajo bastante toscos: los adultos de capacidad mental competente son libres de escoger el actuar de una manera u otra; se supone que actúan de manera racional y según lo que ellos consideran sus propios intereses; se les concede que pueden*

[202] Recuerde que el comportamiento delictivo no depende tan sólo de los genes de la persona. Las comidas con mucho azúcar y una polución atmosférica elevada, así como una predisposición genética influyen en la diabetes y en la enfermedad pulmonar. Del mismo modo, la biología y el entorno externo interactúan en la criminalidad.

> *prever las consecuencias de sus actos tal como lo haría cualquier persona razonable en su situación; y generalmente se considera que lo que dicen es lo que quieren decir. Sean cuales sean los méritos o deméritos de supuestos de trabajo como éstos en los casos más corrientes, es evidente que no ofrecen una guía uniformemente exacta del comportamiento humano*[203].

Antes de avanzar hacia el meollo del argumento, que nadie piense que las explicaciones biológicas acabarán eximiendo a los delincuentes con la excusa de que nada es culpa suya. ¿Seguiremos castigando a los delincuentes? Sí. Exonerar a todos los delincuentes no es el futuro, ni el objetivo de comprenderlos mejor. *Explicación no equivale a exculpación*. Las sociedades siempre necesitarán sacar de la calle a los malvados. No abandonaremos el testigo, pero perfeccionaremos el modo en que castigamos. Veamos cómo.

§. El paso de la culpa a la biología

El estudio del cerebro y el comportamiento se encuentra en mitad de un cambio conceptual. Históricamente, los médicos y los abogados han coincidido en una distinción intuitiva entre trastornos neurológicos («problemas cerebrales») y trastornos psiquiátricos («problemas mentales»).[204] Hasta hace un siglo, la actitud imperante era conseguir que los pacientes psiquiátricos «se endurecieran», ya fuera mediante la privación, el alegato o la tortura. La misma

---

203 Bingham, Prefacio.

204 Véase Eagleman y Downar, *Cognitive Neuroscience*.

actitud se aplicaba a muchos trastornos; por ejemplo, hace cientos de años los epilépticos eran aborrecidos porque sus ataques se interpretaban como posesiones demoníacas, quizá un castigo directo por un comportamiento anterior[205]. No es de sorprender que esto resultara un enfoque fallido. Después de todo, mientras que los trastornos psiquiátricos suelen ser el producto de formas más sutiles de patología cerebral, en última instancia se basan en los detalles biológicos del cerebro. Es algo que la comunidad clínica ha reconocido con un cambio de terminología, calificando ahora los trastornos mentales como *trastornos orgánicos*. Esta expresión indica que los problemas mentales tienen una base física (orgánica) más que una base puramente «psíquica», lo que significaría que no guarda relación con el cerebro, un concepto que hoy en día tiene poco sentido.

¿Qué explica el paso de la culpa a la biología? Quizá el impulso más importante sea la eficacia de los tratamientos farmacéuticos. Las palizas no eliminan la depresión, pero una pequeña píldora llamada fluoxetina a menudo da resultado. Los síntomas esquizofrénicos no se pueden superar mediante exorcismos, pero se pueden controlar con la risperidona. Las obsesiones no se tratan hablando y con el ostracismo, sino con litio. Estos éxitos, casi todos ellos aparecidos en los últimos sesenta años, han puesto de relieve la idea de que no tiene sentido calificar algunos trastornos de problemas cerebrales y relegar otros al inefable ámbito de lo psíquico. Los problemas mentales han comenzado a ser abordados del mismo modo en que

[205] Eadie y Bladin, *A Disease Once Sacred*.

intentamos curar una pierna rota. El neurocientífico Robert Sapolsky nos invita a considerar el cambio conceptual con una serie de cuestiones:

> *¿Es un ser amado, hundido en una depresión tan grave que le impide actuar normalmente, un caso con una base bioquímica tan «real» como la bioquímica, pongamos, de la diabetes, o simplemente es alguien que se deja llevar? ¿A un niño le va mal en la escuela porque es lento y no tiene motivación, o porque sufre una discapacidad de aprendizaje de base neurobiológica? Un amigo que poco a poco va camino de tener un grave problema con el abuso de alguna sustancia, ¿muestra una simple falta de disciplina o sufre algún problema con la neuroquímica de la recompensa?*[206]

Cuanto más descubrimos del circuito del cerebro, más las respuestas se alejan de las acusaciones de dejarse llevar, falta de motivación o falta de disciplina, y se inclinan hacia los detalles de la biología. El paso de la culpa a la ciencia refleja nuestra comprensión actual de que las percepciones y comportamientos están controlados por subrutinas inaccesibles que se pueden trastocar fácilmente, como hemos visto con los pacientes del cerebro dividido, las víctimas de demencia frontotemporal y los jugadores que padecen Parkinson. Pero aquí se oculta un punto crítico. El que nos hayamos alejado de la culpa no significa que comprendamos completamente la biología.

[206] Sapolsky, «The frontal cortex».

Aunque sabemos que existe una fuerte relación entre cerebro y comportamiento, la producción de neuroimágenes sigue siendo una tecnología tosca, incapaz de contribuir de manera significativa a evaluar la culpabilidad o la inocencia, sobre todo a nivel individual. Los métodos de producción de imágenes utilizan señales del flujo sanguíneo altamente procesadas, que cubren decenas de milímetros cúbicos de tejido cerebral. En un solo milímetro cúbico de tejido cerebral hay unos cien millones de conexiones sinápticas entre las neuronas. Por tanto, la moderna producción de neuroimágenes es como pedirle a un astronauta que viaja en una lanzadera espacial que mire por la ventanilla y juzgue cómo le va a Estados Unidos. Puede divisar enormes incendios forestales, o una columna de actividad volcánica asomando del monte Rainier, o las consecuencias de la rotura de los diques de Nueva Orleans, pero desde su perspectiva es incapaz de detectar si el hundimiento de la Bolsa ha conducido a la depresión y el suicidio generalizados, si las tensiones raciales han acabado en disturbios, o si la población sufre una epidemia de gripe. El astronauta no posee la resolución para distinguir esos detalles, y tampoco el neurocientífico actual posee la resolución para llevar a cabo afirmaciones detalladas acerca de la salud del cerebro. No puede decir nada acerca de las minucias de los microcircuitos, ni de los algoritmos en que se basan las inmensas cantidades de señalizaciones químicas y eléctricas a una escala de milisegundos.

Por ejemplo, un estudio de los psicólogos Angela Scarpa y Adrian Raine descubrió que existen diferencias mensurables en la actividad

cerebral de los asesinos convictos y los sujetos de control, pero estas diferencias son sutiles y se revelan tan sólo en mediciones en grupo. Por tanto, esencialmente no hay capacidad de diagnóstico para un individuo. Lo mismo ocurre con la producción de neuroimágenes en el caso de los psicópatas: las diferencias mensurables en la anatomía cerebral se dan a nivel de grupo, pero en la actualidad no sirven de nada para el diagnóstico individual.[207] Lo que nos lleva a una extraña situación.

§. La línea de la culpabilidad: por qué la cuestión de la responsabilidad está mal planteada

Consideremos un escenario corriente que podemos encontrar en todos los tribunales del mundo: un hombre comete un acto delictivo; su equipo legal no detecta ningún problema neurológico evidente; el hombre es encarcelado o condenado a muerte. Pero hay *algo* diferente en la neurobiología de ese hombre. La causa subyacente podría ser una mutación genética, cierto daño cerebral causado por una apoplejía o un tumor indetectablemente pequeño, un desequilibrio en los niveles de neurotransmisores, un desequilibrio hormonal, o cualquier combinación de todas esas cosas. Cualquiera de estos problemas podría ser indetectable con la tecnología actual. Pero puede provocar diferencias en el funcionamiento del cerebro que conduzcan a un comportamiento anormal.

---

[207] Scarpa y Raine, «The psychophysiology», y Kiehl, «A cognitive neuroscience perspective on psychopathy».

De nuevo, un enfoque desde el punto de vista biológico no significa que el delincuente sea exculpado; simplemente subraya la idea de que sus actos no están separados de la maquinaria de su cerebro, tal como vimos en el caso de Charles Whitman o de Kenneth Parks. No culpamos al repentino pedófilo de su tumor, al igual que no culpamos al ladrón frontotemporal de la degeneración de su corteza frontal.[208] En otras palabras, si existe un problema cerebral mensurable, eso invita a mostrar lenidad con el acusado. La culpa no es realmente suya.

Pero *sí* culpamos a alguien si carecemos de la tecnología para detectar un problema biológico. Y esto nos lleva al meollo de nuestro argumento: *la cuestión de la responsabilidad está mal planteada*.

Imaginemos un espectro de culpabilidad. En un extremo tenemos a gente como Alex el pedófilo, o un paciente con demencia frontotemporal que se exhibe ante los niños de una escuela. A ojos del juez y del jurado, se trata de gente que ha sufrido daño cerebral a manos del destino y que no ha escogido su situación nerviosa.

[208] Sapolsky, «The frontal cortex».

En el lado responsable de la línea está el delincuente común, cuyo cerebro se estudia poco, y acerca del cual nuestra tecnología actual en realidad no podría decir gran cosa. La tremenda mayoría de los delincuentes están a este lado de la línea porque no sufren ningún problema biológico evidente. Simplemente se les considera actores que pueden elegir libremente.

En la parte media del espectro podría encontrar a alguien como Chris Benoit, luchador profesional cuyo médico conspiró con él para proporcionarle enormes cantidades de testosterona con la excusa de hacer una terapia de reemplazo hormonal. A finales de junio de 2007, en un arrebato de furia conocido como furia de los esteroides, Benoit llegó a su casa, asesinó a su hijo y a su mujer y a continuación se suicidó ahorcándose con la cuerda de la polea de una de sus máquinas de pesas. Cuenta con el atenuante biológico de que las hormonas controlaban su estado emocional, pero parece más culpable porque, en primer lugar, decidió ingerirlas. A los drogadictos generalmente se les coloca en mitad del espectro: aunque se entiende más o menos que la adicción es una cuestión

biológica y que la droga transforma los circuitos del cerebro, también se interpreta que los drogadictos son responsables de haber comenzado a tomarla.

El espectro capta la intuición común que los jurados parecen tener acerca de la responsabilidad. Pero aparece un problema importante. La tecnología seguirá mejorando, y a medida que aprendamos a medir mejor los problemas del cerebro, la línea se desplazará hacia el lado de la no culpabilidad: es decir, se adentrará en el territorio de los que ahora se consideran totalmente responsables. Problemas que ahora son impenetrables se podrán examinar gracias a las nuevas técnicas, y quizá algún día descubramos que hay ciertos tipos de mal comportamiento que poseen una explicación biológica, tal como ha ocurrido con la esquizofrenia, la epilepsia, la depresión y la obsesión. Hoy en día podemos detectar sólo grandes tumores cerebrales, pero dentro de cien años podremos detectar pautas a niveles inimaginablemente pequeños del microcircuito que corresponden a problemas del comportamiento. La neurociencia podrá decir con más conocimiento de causa por qué la gente tiene predisposición a actuar como lo hace. A medida que aprendamos a especificar cómo el comportamiento se origina en los detalles microscópicos del cerebro, más abogados defensores apelarán a los atenuantes biológicos, y más jurados colocarán a los acusados en el lado de la línea de no responsable.

Un sistema legal no puede definir la culpabilidad simplemente por las limitaciones de la tecnología actual. Un sistema legal que declara a una persona culpable al principio de una década y no culpable al

final de la misma no tiene muy claro qué significa exactamente la culpabilidad.

* * * *

El meollo del problema es que ya no tiene sentido preguntar: « ¿Hasta qué punto fue la *biología* y hasta qué punto fue *él?*» La cuestión ya no tiene sentido porque ahora comprendemos que es lo mismo. No hay una distinción significativa entre su biología y su toma de decisiones. Son inseparables.

Tal como el neurocientífico Wolf Singer sugirió recientemente: aun cuando no podamos medir lo que funciona mal en el cerebro de un delincuente, podemos suponer con bastante seguridad que *algo* funciona mal.[209] Sus actos son prueba suficiente de una anormalidad cerebral, aun cuando no conozcamos (y quizá no lleguemos a conocerlos nunca) los detalles.[210] Tal como lo expresa Singer: «Mientras no podamos identificar todas las causas, cosa que no podemos hacer ahora y quizá no podamos hacer nunca, hemos de admitir que todo el mundo posee una razón neurobiología para ser anormal.» Observemos que casi nunca podemos medir la anormalidad de los delincuentes. Consideremos a Eric Harris y Dylan Klebold, quienes dispararon en el Instituto Columbine, Colorado, o a SeungHui Cho, el tirador de la Escuela Politécnica de Virginia. ¿Algo funcionaba mal en sus cerebros? Nunca lo sabremos,

---

[209] Singer, «Keiner kann anders, als er ist».

[210] Observe que «anormal» es simplemente un concepto estadístico; o sea, la manera no normal de comportarse. El hecho de que casi todo el mundo se comporte de cierta manera no nos dice nada acerca de si la acción es correcta en un sentido moral más amplio. Es sólo una afirmación acerca de las leyes, costumbres y convenciones de un grupo de gente en un momento concreto, exactamente las mismas imprecisas restricciones con las que siempre se define el «delito».

porque, al igual que ocurre con casi todos los tiradores de institutos, fueron abatidos en la escena del crimen. Pero podemos suponer con toda seguridad que en sus cerebros había *algo* anormal. Es un comportamiento extraño; casi ningún estudiante hace eso.

Lo esencial del argumento es que los delincuentes siempre deberían ser tratados como personas incapaces de haber actuado de otro modo. La actividad delictiva en sí misma debería considerarse prueba de anormalidad cerebral, sin importar si en la actualidad se puede medir o no. Esto significa que el testimonio experto de un médico puede ser profundamente problemático: a menudo, dicho testimonio refleja sólo si en la actualidad poseemos nombres y medidas para los problemas, no si los problemas existen.

Así pues, la cuestión de la culpabilidad *está mal planteada*.

La pregunta correcta es: ¿qué hacemos, *a partir de ahora*, con alguien acusado de un delito?

La historia de un cerebro delante de un tribunal puede ser muy compleja, y todo lo que queremos saber en última instancia es cómo podría comportarse una persona en el futuro.

§. ¿Qué hacer a partir de ahora? Un sistema legal compatible con el cerebro y que mire hacia el futuro

Mientras nuestro estilo actual de castigo se basa en la teoría de la volición y la culpa personal, la presente línea argumental sugiere una alternativa. Aunque las sociedades poseen impulsos punitivos profundamente arraigados, a un sistema legal que mire hacia el

futuro debería preocuparle más cómo servir a la sociedad a partir de hoy. Aquellos que rompen los contratos sociales tienen que estar encerrados, pero en este caso el futuro es más importante que el pasado.[211] Los períodos de encarcelamiento no tienen que basarse en un deseo de venganza, sino más bien calibrarse con el riesgo de que el acusado vuelva a infringir la ley. Un conocimiento biológico más profundo del comportamiento permitirá comprender mejor la reincidencia, es decir, quién saldrá a la calle y cometerá más delitos. Y eso proporciona una base para dictar sentencias de una manera racional y basadas en las pruebas: hay gente a la que hay que sacar de las calles durante más tiempo, pues la probabilidad de que vuelvan a delinquir es alta; otras, debido a una variedad de circunstancias atenuantes, son menos proclives a reincidir.

¿Pero cómo podemos saber quién presenta un alto riesgo de reincidencia? Después de todo, en un juicio no siempre queda claro cuáles eran los problemas subyacentes. Una estrategia mejor incorpora un enfoque más científico.

Consideremos los importantes cambios que han ocurrido en las condenas a delincuentes sexuales. Hace varios años, los investigadores comenzaron a preguntar a los psiquiatras y a los miembros de las juntas de libertad condicional qué probabilidad había de que unos delincuentes sexuales concretos reincidieran en cuanto salieran de la cárcel. Tanto los psiquiatras como los miembros de las juntas habían tenido experiencia con los delincuentes en cuestión, y con centenares antes de éstos, por lo

[211] Véase Monahan, «A jurisprudence», o Denno, «Consciousness»

que predecir quién iba a enderezarse y quién iba a volver no era difícil.

¿O sí? El sorprendente resultado fue que sus intuiciones no tuvieron casi nada que ver con la realidad. Los psiquiatras y los miembros de las juntas de libertad condicional predecían con la misma exactitud que se lanza una moneda al aire, sobre todo cuando se esperaban intuiciones muy afinadas entre los que trabajaban directamente con esos delincuentes.

Así pues, los investigadores, desesperados, intentaron un enfoque más estadístico. Comenzaron a medir docenas de factores de 22.500 delincuentes sexuales que estaban a punto de salir a la calle: si el delincuente no había tenido ningún empleo estable, si habían abusado de él cuando era niño, si era adicto a las drogas, si mostraba remordimiento, si mostraba tendencias sexuales desviadas, etc. A continuación los investigadores hicieron un seguimiento de los delincuentes durante cinco años después de su liberación para ver quién acababa volviendo a la cárcel. Al final del estudio calcularon qué factores explicaban mejor las tasas de reincidencia, y a partir de esos datos fueron capaces de construir unas tablas estadísticas que se pudieran utilizar a la hora de dictar sentencia. Según las estadísticas, algunos delincuentes parecen destinados al desastre, y son los que permanecen más tiempo alejados de la sociedad. Otros son menos proclives a suponer un futuro peligro para la sociedad, y reciben condenas más cortas. Si se compara la capacidad de predicción del enfoque estadístico con el de los psiquiatras y las juntas de libertad condicional, no hay color:

los números ganan a las intuiciones. Estas pruebas estadísticas se utilizan ahora para determinar la duración de las sentencias en los tribunales de todo el país.

Siempre será imposible saber con precisión lo que alguien hará cuando salga de la cárcel, porque la vida real es complicada. Pero hay más capacidad de predicción en los números de lo que la gente cree habitualmente. Algunos delincuentes son más peligrosos que otros, y, a pesar de su encanto o su repugnancia superficiales, los más peligrosos comparten ciertas pautas de comportamiento. Dictar sentencia basándose en las estadísticas posee sus imperfecciones, pero permite que las pruebas estén por encima de la intuición popular, y permite dictar sentencia de una manera personalizada en lugar de siguiendo las burdas directrices que utiliza habitualmente el sistema legal. A medida que introducimos la ciencia del cerebro en estas medidas –por ejemplo, los estudios de producción de neuroimágenes–, la capacidad de predicción aumenta. Los científicos nunca serán capaces de predecir con gran certeza quién volverá a delinquir, porque eso depende de múltiples factores, incluyendo la circunstancia y la oportunidad. Sin embargo se pueden hacer buenas conjeturas, y la neurociencia hará que éstas sean mejores.[212]

[212] Una objeción con la que se topan las explicaciones biológicas del comportamiento es que la gente de derechas e izquierdas promueve su propio programa. Véase Laland y Brown, *Sense and Nonsense*, así como O'Hara, «How neuroscience might advance the law». La cautela es igual de importante, porque las explicaciones biológicas del comportamiento humano han sido mal utilizadas en el pasado en apoyo de programas políticos. Sin embargo, los abusos del pasado no significan que haya que abandonar los estudios biológicos; sólo implica que deberían mejorarse.

Obsérvese que la ley, incluso en ausencia de un detallado conocimiento neurobiológico, en cierto modo ya piensa en el futuro: consideremos la lenidad que concede a un crimen pasional en relación con un asesinato premeditado. Aquellos que cometen el primero son menos proclives a reincidir que los que cometen el segundo, y es algo que se refleja de manera sensible en sus condenas.

Ahora bien, hay que apreciar aquí un matiz crítico. No todo el mundo que padece un tumor cerebral se pone a disparar de manera indiscriminada, ni todos los varones cometen delitos. ¿Por qué no? Como veremos en el siguiente capítulo, se debe a que los genes y el entorno interactúan siguiendo pautas inimaginablemente complejas.[213] Como resultado, el comportamiento humano siempre será impredecible. Esta complejidad irreductible posee consecuencias: cuando un cerebro comparece a juicio, el juez no puede preocuparse por su historia. ¿Hubo problemas con el desarrollo del feto, la madre consumió cocaína durante la gestación, hubo abusos infantiles, un alto nivel de testosterona en el útero, algún pequeño cambio genético que produjera una predisposición un 2 % mayor a la violencia si el niño posteriormente era expuesto al mercurio? Estos factores y otros cientos interactúan, y el resultado es que sería una empresa infructuosa que el juez intentara desenmarañarla para determinar el grado de culpa. Así

[213] Véase, por ejemplo, Bezdjian, Raine, Baker y Lynam, «Psychopathic personality», o Raine, *The Psychopathology of Crime*.

pues, el sistema legal *tiene que* mirar hacia delante, sobre todo porque ya no puede hacer otra cosa.

* * * *

Más allá de la sentencia personalizada, un sistema legal que mire hacia delante y que esté al día en los avances científicos relacionados con el cerebro nos permitirá dejar de considerar la cárcel como una solución donde cabe todo. Quiero dejar claro que no me opongo al encarcelamiento, y su propósito no se limita a eliminar a las personas peligrosas de las calles. La perspectiva de ir a la cárcel impide muchos delitos, y el tiempo que uno pasa en la cárcel puede apartarle de cometer nuevos actos delictivos cuando acabe de cumplir condena.

Pero eso sólo es así para aquellos cuyo cerebro funciona normalmente. El problema es que las cárceles se han convertido *de facto* en instituciones mentales, y castigar a un enfermo mental generalmente influye muy poco en su comportamiento.

Una tendencia que nos permite ser optimistas es la aparición de tribunales de salud mental por todo el país: gracias a esos tribunales, a las personas que padecen una enfermedad mental se las puede ayudar mientras permanece en un entorno adaptado a sus necesidades. Ciudades como Richmond, Virginia, avanzan en esa dirección, por razones de justicia, y también de rentabilidad económica. El sheriff C. T. Woody, que calcula que casi el 20 % de los reclusos de Richmond son enfermos mentales, declaró a las noticias de la CBS: «La cárcel no es lugar para ellos. Deberían estar en una institución mental.» De manera parecida, muchas

jurisdicciones están abriendo tribunales para casos de drogas y desarrollando condenas alternativas; han comprendido que las cárceles no son tan útiles para solucionar problemas de adicción como los programas de rehabilitación.

Un sistema legal que mire hacia delante tiene que utilizar los conocimientos biológicos para lograr una *rehabilitación* personalizada, considerando el comportamiento delictivo igual que abordamos otros problemas médicos como la epilepsia, la esquizofrenia y la depresión, problemas para los que ahora se puede conseguir ayuda. Estos y otros trastornos cerebrales se encuentran en este momento al otro lado de la línea de la responsabilidad, donde descansan cómodamente como problemas biológicos, no demoníacos. ¿Qué ocurre, pues, con otras formas de comportamiento, como los actos delictivos? La mayoría de los legisladores y votantes están a favor de rehabilitar a los delincuentes en lugar de hacinarlos en prisiones superpobladas, pero el problema ha sido la escasez de nuevas ideas acerca de *cómo* rehabilitarlos.

Y, naturalmente, no podemos olvidar el temor que todavía anida en el consciente colectivo: las lobotomías frontales. La lobotomía (originariamente llamada leucotomía) fue inventada por Egas Moniz, que consideró que quizá fuera una buena idea ayudar a los delincuentes eliminando sus lóbulos frontales con un escalpelo. Esta sencilla operación corta las conexiones con la corteza prefrontal, lo que a menudo da como resultado importantes cambios en la personalidad y un posible retraso mental.

Moniz lo probó con diversos delincuentes y descubrió, para su satisfacción, que la operación los calmaba. De hecho, destruía completamente su personalidad. Un protegido de Moniz, Walter Freeman, al observar que en los sanatorios prácticamente no había tratamientos eficaces, vio la lobotomía como una herramienta apropiada para liberar a mucha gente del tratamiento y devolverlos a su vida privada.

Por desgracia, la operación privaba a la gente de sus derechos nerviosos básicos. El problema fue llevado al extremo en la novela de Ken Kesey, *Alguien voló sobre el nido del cuco*, en la que el interno rebelde Randle McMurphy es castigado por rebelarse contra la autoridad: se convierte en el desafortunado objeto de una lobotomía. La alegre personalidad de McMurphy había animado las vidas de los otros pacientes del pabellón, pero la lobotomía lo convierte en un vegetal. Al ver el nuevo estado de McMurphy, su dócil amigo, el «Jefe» Bromden, le hace un favor asfixiándolo con una almohada antes de que los otros internos puedan ver el ignominioso destino de su líder. Las lobotomías frontales, por las que Moniz ganó el Premio Nobel, ya no se consideran un enfoque apropiado para el comportamiento delictivo.[214]

---

[214] Obsérvese que la lobotomía se consideró un procedimiento satisfactorio para pacientes no delictivos en gran parte por las reacciones elogiosas de las familias. En un primer momento no se apreció lo parciales que eran esas fuentes. Los padres llevaban a niños con problemas, escandalosos, histriónicos y problemáticos, y después de la operación eran mucho más fáciles de manejar. Los problemas mentales se habían visto sustituidos por la docilidad. De manera que la reacción fue positiva. Una mujer afirmó de la lobotomía de su madre: «Anteriormente tenía fuertes tendencias violentamente suicidas. Después de la lobotomía transorbital ya no hubo nada. Paró de inmediato. Todo fue paz. No sé cómo explicárselo. Fue como darle la vuelta a una moneda. Así de rápido. Así que, hiciera lo que hiciera [el doctor Freeman], hizo algo bueno.»

Pero si la lobotomía detiene la delincuencia, ¿por qué no practicarla? El problema ético gira en torno a hasta qué punto el Estado debe poder cambiar a sus ciudadanos. En mi opinión, éste es uno de los problemas capitales de la neurociencia moderna: a medida que vamos entendiendo el cerebro, ¿cómo podemos impedir que los gobiernos metan las narices en él? Fijémonos en que este problema aparece no sólo en sus formas más sensacionalistas, como la lobotomía, sino en otras más sutiles, como si hay que castrar químicamente a los delincuentes sexuales que reinciden una vez, como se hace actualmente en California y Florida.

Pero aquí proponemos una nueva solución capaz de rehabilitar sin preocupaciones éticas. La denominamos gimnasio prefrontal.

§. La gimnasia prefrontal

Para ayudar a un ciudadano a reintegrarse en la sociedad, la meta ética es cambiarlo *lo menos posible* para permitir que su comportamiento se adapte a las necesidades de la sociedad. Nuestra propuesta parte del conocimiento de que el cerebro es un equipo de rivales, una competencia entre diferentes poblaciones nerviosas. Como hay competencia, eso significa que el resultado se puede predecir. La incapacidad de controlar los impulsos es el sello característico de la mayoría de los delincuentes del sistema carcelario.[215] Generalmente conocen la diferencia entre el bien y el mal, y comprenden la seriedad del castigo, pero se ven atados por

[215] Véase, por ejemplo, Kennedy y Grubin, «Hot-headed or impulsive?», y Stanford y Barratt, «Impulsivity».

su incapacidad para controlar los impulsos. Ven a una mujer que lleva un bolso caro caminando sola por un callejón, y lo único que se les ocurre es aprovechar la oportunidad. La tentación es más fuerte que su preocupación por el futuro.

Si parece difícil simpatizar con la gente que no puede controlar los impulsos, piense en todas las cosas a las que uno sucumbe sin querer. ¿Aperitivos? ¿Alcohol? ¿Tarta de chocolate? ¿Televisión? Uno no tiene que mirar muy lejos para descubrir que la falta de control del impulso invade nuestra propia toma de decisiones. No es que no sepamos qué es lo mejor para nosotros, es simplemente que los circuitos del lóbulo frontal que representan las consideraciones a largo plazo son incapaces de ganar las elecciones cuando se presenta la tentación. Es como intentar elegir un partido moderado en mitad de una guerra y una recesión económica.

Nuestra nueva estrategia rehabilitadora consiste en ejercitar los lóbulos frontales para sofocar los circuitos a corto plazo. Mis colegas Stephen LaConte y Pearl Chiu han comenzado a aplicar una retroalimentación en tiempo real a la producción de imágenes cerebrales para permitir que esto ocurra.[216] Imagine que le gustaría poder resistirse un poco más a la tarta de chocolate. En este experimento, usted observa fotos de tartas de chocolate durante la exploración cerebral, y los experimentadores determinan la región del cerebro que participa en su apetito. A continuación la actividad

[216] Véase LaConte et al., «Modulating», y Chiu et al., «Realtime fMRI». Stephen LaConte ha sido un pionero en el desarrollo de la retroalimentación a tiempo real en la producción de imágenes por resonancia magnética funcional, y es el experto más importante en este campo. Pearl Chiu es una experta en la psicología y la adicción, y encabeza los experimentos actuales para utilizar esta tecnología a fin de curar a los fumadores de su adicción.

de esas redes se representa mediante una barra vertical en una pantalla de ordenador. Su trabajo consiste en hacer que la barra baje. La barra actúa de termómetro de su apetito: si sus redes del apetito se revolucionan, la barra está alta; si suprime su apetito, la barra está baja. Usted contempla la barra e intenta hacer que baje. A lo mejor sabe lo que está haciendo para resistirse a la tarta; a lo mejor es algo inaccesible. En cualquier caso, intenta distintos caminos mentales hasta que la barra comienza a bajar lentamente. Cuando ello ocurre, significa que ha utilizado con éxito los circuitos frontales, y que éstos han apagado la actividad de las redes que participan en ese apetito impulsivo. El largo plazo ha vencido al corto. Sin dejar de mirar las fotos de la tarta de chocolate, practique para intentar que la barra baje una y otra vez hasta que haya reforzado esos circuitos frontales. Mediante este método es capaz de visualizar la actividad de las partes de su cerebro que necesitan modulación, y puede presenciar los efectos de los diferentes enfoques mentales que podría utilizar.

Regresando a la analogía del equipo de rivales, la idea es conseguir un buen sistema de controles y equilibrios. Esta gimnasia prefrontal está ideada para alisar el campo de juego para el debate entre los partidos, cultivando la reflexión antes que la acción.

Y lo cierto es que en eso consiste el madurar. La principal diferencia entre los cerebros de los adolescentes y los de los adultos es el desarrollo de los lóbulos frontales. La corteza humana prefrontal no se desarrolla plenamente hasta los veintipocos años, y eso explica el comportamiento impulsivo de los adolescentes. Los lóbulos frontales

se llaman a veces el órgano de la socialización, porque socializarse no es nada más que desarrollar un circuito para aplastar nuestros más bajos impulsos.

Esto explica por qué el deterioro de los lóbulos frontales revela un comportamiento no socializado que nunca habíamos pensado que estaba encerrado ahí. Recordemos a los pacientes con demencia frontotemporal que robaban, se exhibían, orinaban en público o se ponían a cantar en momentos inapropiados. Estos sistemas zombis han acechado bajo la superficie desde el principio, pero han quedado enmascarados por el funcionamiento normal del lóbulo frontal. El mismo tipo de desenmascaramiento ocurre cuando una persona sale el sábado por la noche y coge una animada cogorza: está desinhibiendo la función frontal normal y permitiendo que los zombis ocupen el escenario principal.

Puede que tras practicar la gimnasia prefrontal todavía le apetezca la tarta de chocolate, pero ahora sabrá cómo vencer ese antojo en lugar de permitir que él le derrote a usted. No es que no queramos disfrutar de nuestros pensamientos impulsivos *(Mmm, tarta)*, simplemente queremos dotar a la corteza frontal de algún control para actuar sobre ellos *(Voy a pasar).* De manera parecida, si una persona está considerando si cometer un delito, el pensamiento resulta permisible siempre y cuando no pase a la acción. En el caso del pedófilo, no podemos controlar si le atraen los niños. Que no pase a la acción es lo máximo a que podemos aspirar si queremos una sociedad que respete los derechos individuales y la libertad de pensamiento. No podemos restringir lo que la gente piensa; y un

sistema legal tampoco debería imponérselo como meta. La política social sólo puede aspirar a impedir que los pensamientos impulsivos se conviertan en actos cuando éstos sean desacreditados por una saludable neurodemocracia.

Aunque la retroalimentación a tiempo real implica la utilización de una tecnología punta, eso no debería distraernos de la simplicidad de la meta: reforzar la capacidad de una persona a la hora de tomar decisiones a largo plazo. La meta es aumentar el control de las poblaciones nerviosas que se preocupan de las consecuencias a largo plazo. Inhibir la impulsividad. Alentar la reflexión. Si un ciudadano piensa en las consecuencias a largo plazo y aun así decide cometer un acto ilegal, entonces abordaremos esas consecuencias. Este enfoque posee importancia ética y no compromete el libre albedrío. Contrariamente a la lobotomía, que a veces deja al paciente con apenas una mentalidad infantil, este enfoque le ofrece una oportunidad a todo aquel dispuesto a ayudarse a sí mismo. En lugar de que el gobierno ordene una psicocirugía, en este caso el gobierno puede echar una mano para mejorar la reflexión y la socialización. Este enfoque deja el cerebro intacto –no se utilizan drogas ni cirugía– y aplica los mecanismos naturales de la plasticidad cerebral para ayudar a que el cerebro se ayude a sí mismo. En lugar de retirar el producto, se le hace una puesta a punto.

No todo el mundo que incrementa su capacidad de reflexión llegará a las mismas conclusiones sensatas, pero al menos se le concede la oportunidad de escuchar el debate de los partidos neurales.

Obsérvese también que este enfoque podría restaurar en cierta medida esa anhelada capacidad de disuasión, que sólo puede funcionar para personas que piensan y actúan atendiendo las consecuencias a largo plazo. Para el impulsivo, las amenazas de castigo no tienen ninguna oportunidad de influir.

La ciencia de la gimnasia prefrontal todavía está en sus primeras fases, pero tenemos la esperanza de que el enfoque represente el modelo correcto: está bien fundamentado en la biología y la ética al mismo tiempo, y permite que una persona se ayude a sí misma para mejorar la toma de decisiones a largo plazo. Al igual que cualquier intento científico, podría fracasar por cualquier razón imprevista. Pero al menos hemos alcanzado un punto en el que podemos desarrollar nuevas ideas en lugar de asumir que la encarcelación es la única solución práctica.

Uno de los retos para poner en práctica los nuevos enfoques rehabilitadores es conseguir la aceptación popular. Mucha gente (pero no toda) posee un fuerte impulso punitivo: quieren ver el castigo, no la rehabilitación.[217] Entiendo ese impulso, porque yo también lo tengo. Cada vez que oigo que un delincuente ha cometido un acto odioso, me pongo tan furioso que deseo vengarme al estilo patrulla de vigilancia. Pero que sintamos el impulso de hacer algo no significa que sea lo mejor.

[217] Imagine un mundo en el que pudiéramos rehabilitar con el 100 % de éxito. ¿Significaría eso que los sistemas de castigo desaparecerían? No del todo. Se podría argumentar de manera razonable que el castigo seguiría siendo necesario por dos razones: disuadir a futuros delincuentes y la satisfacción del impulso punitivo natural.

Consideremos la xenofobia, el miedo a los extranjeros. Es algo completamente natural. La gente prefiere a los que tienen su mismo aspecto y hablan como ellos; aunque sea algo despreciable, es corriente sentir aversión por los foráneos. Nuestras políticas sociales trabajan para que las ideas más ilustradas de la humanidad arraiguen y superen los impulsos más bajos de la naturaleza humana. Así fue como los Estados Unidos aprobaron las leyes de la vivienda antidiscriminatorias que constituyen el Título VIII de la Ley de Derechos Civiles de 1968. Se tardó mucho tiempo en llegar a ella, pero el hecho de que la consiguiéramos demuestra que somos una sociedad flexible que puede mejorar si nos comprendemos mejor.

Lo mismo ocurre con las patrullas de vigilancia: a pesar de que comprendemos los impulsos punitivos, estamos de acuerdo en resistirlos en cuanto que sociedad, pues sabemos que la gente se puede confundir con los detalles de un delito, y que todo el mundo merece la presunción de inocencia hasta que un jurado de iguales demuestre su culpabilidad. De manera parecida, a medida que vamos comprendiendo la base biológica del comportamiento, será lógico someter nuestras nociones intuitivas de la culpabilidad a un enfoque más constructivo. Somos capaces de aprender mejores ideas, y la labor del sistema legal es servirse de las ideas más brillantes y combinarlas de manera cuidadosa para que resistan las fuerzas de una opinión en cambio constante. Y aunque hoy en día una política social basada en el cerebro parece lejana, quizá no lo sea tanto. Y puede que no siempre vaya en contra de la intuición.

§. El mito de la igualdad humana

Existen más razones para comprender cómo el cerebro guía el comportamiento. Con cualquier eje que utilicemos para medir a los seres humanos, descubrimos una amplia distribución, ya sea en empatía, inteligencia, habilidad natatoria, agresividad o talento innato para el violonchelo o el ajedrez.[218] Las personas no nacen iguales. Aunque a veces se considera que esta variabilidad es un tema que más vale mantener oculto, de hecho es el motor de la evolución. En cada generación, la naturaleza prueba con todas las variaciones que puede generar, en todas las dimensiones posibles, y los productos que mejor se adaptan al entorno son los que se acaban reproduciendo. Durante los últimos mil millones de años, este enfoque ha sido tremendamente fructífero, y ha producido unos seres humanos que viajan por el espacio partiendo de moléculas que se auto replicaban en una sopa prebiótica.

Pero esta variación es también fuente de problemas para el sistema legal, que se construye parcialmente sobre la premisa de que los seres humanos son todos iguales ante la ley. Este arraigado mito de la igualdad humana sugiere que todas las personas son igualmente capaces de tomar decisiones, controlar los impulsos y comprender las consecuencias. Aunque la idea es admirable, simplemente no es cierta.

Hay quien argumenta que aunque puede que el mito haga aguas, todavía podría ser útil seguir aferrándose a él. Este argumento sugiere que sea realista o no la igualdad, proporciona «un tipo de

[218] Eagleman, «Unsolved mysteries»

orden social especialmente admirable, y aunque quizá los hechos lo desdigan, la justicia y la estabilidad rendirán beneficios».[219] En otras palabras, se puede demostrar que un supuesto es falso y seguir teniendo utilidad.

Yo disiento. Como hemos visto a lo largo del libro, la gente no llega al mundo con las mismas capacidades. La genética y la historia personal moldean el cerebro con resultados muy distintos. De hecho, es algo que la ley reconoce en parte, porque la tensión es demasiado grande como para afirmar que *todos* los cerebros son iguales. Consideremos el factor de la edad. Los adolescentes cuentan con habilidades distintas en la toma de decisiones y el control de los impulsos que los adultos; el cerebro del niño simplemente no es como el cerebro de un adulto,[220] por lo que en Estados Unidos la ley lo reconoce sin mucha sutileza trazando una línea nítida entre los diecisiete y los dieciocho años. El Tribunal Supremo de los Estados Unidos dictaminó en el caso Roper *versus* Simmons que a los menores de dieciocho años, cuando cometen un crimen, no se les debe condenar a la pena de muerte.[221] La ley también reconoce que el coeficiente de inteligencia es importante. Así, el Tribunal Supremo emitió un dictamen parecido afirmando que los retrasados mentales no pueden ser ejecutados por crímenes capitales.

Así pues, la ley ya reconoce que no todos los cerebros nacen iguales. El problema es que la versión actual de la ley utiliza divisiones

[219] Goodenough, «Responsibility and punishment».
[220] Baird y Fugelsang, «The emergence of consequential thought».
[221] Eagleman, «The death penalty».

toscas: si tienes dieciocho años, podemos matarte; si te falta un día para cumplirlos, estás salvado. Si tu cociente intelectual es de 70, vas a la silla eléctrica; si es de 69, te quedas cómodamente en el colchón de la cárcel. (Como la puntuación del cociente de inteligencia fluctúa en días distintos y según sean las condiciones al hacer la prueba, más nos vale que todo nos sea favorable si estamos en el límite.)

No tiene sentido afirmar que todos los ciudadanos mayores de edad y que no son retrasados mentalmente son iguales entre sí, porque no lo son. Con genes y experiencias distintas, la gente puede ser tan distinta por dentro como por fuera. A medida que la neurociencia avance, tendremos más capacidad de comprender a la gente a lo largo del espectro, y no en toscas categorías binarias, lo que nos permitirá adaptar la condena y la rehabilitación a cada individuo en lugar de seguir fingiendo que todos los cerebros responden a los mismos incentivos y merecen los mismos castigos.

§. Sentencias basadas en la modificabilidad

Personalizar la ley puede ir en varias direcciones; aquí quiero sugerir una. Regresemos al caso en el que su hijo pinta la pared de su casa con un lápiz. En el primer supuesto, es una travesura; en el otro, es sonámbulo. La intuición dicta que lo castigaría sólo si está despierto, pero no si está dormido. ¿Por qué? Propongo que la intuición podría incorporar una importante distinción acerca del propósito del castigo. En este caso, lo que importa no es tanto su intuición acerca de la culpabilidad (aunque desde luego no es

culpable cuando duerme), sino de la modificabilidad. La idea consistiría en castigarle sólo cuando el comportamiento es *modificable*. Él no puede modificar su comportamiento si esta sonámbulo, por lo que el castigo sería cruel e inútil.

Especulo que algún día seremos capaces de basar los castigos en la neuroplasticidad. Hay gente cuyo cerebro es más capaz de responder al condicionamiento clásico (castigo y recompensa), mientras que otros –debido a la psicosis, la sociopatía, un desarrollo anormal frontal u otros problemas– son refractarios al cambio. Tomemos a los que han sufrido una severa condena a picar piedra: si lo que se pretende es incentivar a los presos para que no vuelvan a la cárcel, no tiene sentido el castigo si el cerebro no posee una plasticidad apropiada para recibirlo. Si existe alguna esperanza de utilizar el condicionamiento clásico para llevar a cabo un cambio en el comportamiento que permita la reintegración social, entonces el castigo es apropiado. Si un convicto no va a cambiar con ese castigo, es mejor meterlo simplemente en la cárcel.

Algunos filósofos han sugerido que el castigo debería basarse en las opciones de las que dispone cada uno. Una mosca, por ejemplo, es naturalmente incapaz de moverse entre decisiones complejas, mientras que un humano (sobre todo un humano inteligente) posee muchas opciones y por tanto más control. Por tanto, habría que idear un sistema de castigo en el que el grado de punición guarde relación directa con la cantidad de opciones de las que dispone la persona. Pero no creo que éste sea el mejor enfoque, porque alguien podría tener pocas opciones pero sin embargo ser modificable.

Tomemos a un cachorro no enseñado. Ni siquiera se le ocurre aullar y arañar la puerta cuando tiene que orinar; no contempla esa opción, porque no ha desarrollado la idea de tenerla. Sin embargo, usted lo riñe para modificar su sistema nervioso central y que tenga un comportamiento apropiado. Lo mismo ocurre con el niño que roba. Al principio no entiende la cuestión de la propiedad y la economía. Lo castigas no porque creas que tenga muchas opciones, sino más bien porque entiendes que es modificable. Le estás haciendo un favor: lo estás socializando.

Esta propuesta pretende que el castigo y la neurociencia formen un matrimonio bien avenido. La idea consiste en reemplazar las intuiciones populares acerca de la culpabilidad por un enfoque más justo. Aunque ahora sería caro, las sociedades del futuro podrían crear de manera experimental un índice para medir la neuroplasticidad, es decir, la capacidad para modificar el circuito. En los casos modificables, como los de un adolescente que necesita un mayor desarrollo frontal, un castigo severo (picar piedra todo el verano) sería apropiado. Pero a alguien con una lesión en el lóbulo frontal, que nunca desarrollará la capacidad de socialización, el Estado debería internarlo en un tipo de institución diferente. Lo mismo se puede decir de los retrasados mentales o los esquizofrénicos; la acción punitiva podría saciar el ansia de sangre de algunos, pero para la sociedad en general no tendría ningún sentido.

* * * *

Hemos dedicado los cinco primeros capítulos a explorar hasta qué punto guiamos la nave de nuestra vida. Hemos visto que la gente tiene poca capacidad para escoger o explicar sus actos, motivaciones y creencias, y que el timón está guiado por el cerebro inconsciente, conformado por innumerables generaciones de selección evolutiva y toda una vida de experiencia. El presente capítulo ha explorado las consecuencias sociales de todo eso: ¿qué importancia tiene la inaccesibilidad del cerebro a nivel social? ¿Cómo nos guía en nuestra manera de pensar acerca de la culpabilidad, y cómo deberíamos comportarnos con la gente que se comporta de manera muy distinta?

En la actualidad, cuando un delincuente comparece delante del juez, el sistema legal pregunta: *¿se puede considerar culpable a esta persona*? En el caso de Whitman, o de Alex o de un paciente con el síndrome de Tourette, o un sonámbulo, el sistema dice que no. Pero si no padece ningún problema biológico evidente, el sistema dice que sí. Ésta no es una manera sensata de estructurar el sistema legal, dada la certeza de que la tecnología seguirá mejorando cada año y moviendo la posición de la línea de la «responsabilidad». Quizá es demasiado pronto para decir si algún día se verá que todos los aspectos del comportamiento humano están más allá de nuestra volición. Pero mientras tanto, la marcha de la ciencia seguirá empujando el lugar en el que tratamos las líneas del espectro entre volición y no volición.

Como director de la Iniciativa sobre Neurociencia y Derecho del Baylor College of Medicine, he recorrido el mundo dando

conferencias sobre estos temas. La mayor batalla que he tenido que librar ha sido el error que comete la gente al pensar que una mayor comprensión biológica del comportamiento y las diferencias internas entre la gente significa que perdonaremos a los delincuentes y ya no los sacaremos de las calles. Eso es incorrecto. La explicación biológica no exculpa a los delincuentes. La ciencia del cerebro mejorará el sistema legal, no impedirá que actúe.[222] Para un buen funcionamiento de la sociedad, seguiremos sacando de las calles a esos delincuentes que demuestren ser muy agresivos, carecer de empatía y no saber controlar sus impulsos. El gobierno seguirá encargándose de ellos.

El cambio importante consistirá en la *manera* de castigar la amplia variedad de actos delictivos: con condenas racionales y utilizando nuevas ideas para la rehabilitación. Ya no se pondrá tanto énfasis en el castigo como en reconocer los problemas (tanto nerviosos como sociales) y abordarlos de una manera coherente.[223] Por poner un ejemplo, en este capítulo hemos aprendido cómo el esquema del equipo de rivales puede ofrecer una nueva esperanza en términos de una estrategia rehabilitadora.

Además, a medida que comprendemos mejor el cerebro, podemos concentrarnos en construir iniciativas sociales que alienten el buen comportamiento y pongan freno al malo. Una ley eficaz requiere

---

[222] Greene y Cohen, «For the law».

[223] Existen importantes matices y sutilezas a los argumentos presentados en este breve capítulo, y se han desarrollado de manera más detallada en otras obras. Para quienes quieran leerlos con más detalle, por favor, vean la Iniciativa sobre Neurociencia y Derecho (www.neulaw.org), que une a neurocientíficos, abogados, expertos en ética y políticos en la meta de construir una política social basada en las pruebas. Para más información, véase Eagleman, «Neuroscience and the law», o Eagleman, Correro y Singh, «Why neuroscience matters».

modelos de comportamiento eficaces: comprender no sólo cómo nos *gustaría* que la gente se comportara, sino cómo se comporta *en realidad*. A medida que exploremos las relaciones entre neurociencia, economía y toma de decisiones, la política social se podrá estructurar mejor para aplicar estos descubrimientos de manera más eficaz.[224] Con ello se pondrá menos énfasis en la punición y más en una política preventiva y proactiva.

En este capítulo no he pretendido redefinir la responsabilidad, sino más bien eliminarla del argot legal. La responsabilidad es un concepto que mira hacia atrás y exige la tarea imposible de desenmarañar la complejísima red de genética y entorno que construye la trayectoria de una vida humana. Consideremos, por ejemplo, que todos los asesinos en serie conocidos sufrieran abusos de niños.[225] ¿Eso les hace menos culpables? ¿A quién le importa? Ésa no es la cuestión que hay que plantear. El saber que sufrieron abusos nos anima a prevenir el abuso infantil, pero no a cambiar la manera en que nos enfrentamos a cada asesino en serie cuando está delante del juez. La necesidad de encerrarlo es la misma. Queremos sacarlo de las calles, sean cuales sean sus infortunios pasados. El abuso infantil no puede servir de excusa biológica significativa; el juez debe actuar para que la sociedad sea segura.

El concepto de la palabra con el que hemos de sustituir la *responsabilidad* es la *modificabilidad*, un concepto que mira hacia delante y pregunta: ¿qué podemos hacer a partir de ahora? ¿Es

[224] Para más información acerca de estructurar incentivos, véase Jones, «Law, evolution, and the brain» o Chorvat y McCabe, «The brain and the law».

[225] Mitchell y Aamodt, «The incidence of child abuse in serial killers»

posible la rehabilitación? Si lo es, estupendo. Y si no, ¿modificará el ir a la cárcel su comportamiento futuro? Si el castigo no va a servir de ayuda, entonces que el Estado se encargue de esa persona para incapacitarla, no para castigarla.

Mi sueño es construir una política social basada en las pruebas y neuralmente compatible, en lugar de una política basada en intuiciones cambiantes que han demostrado ser erróneas. La gente se pregunta si es injusto aplicar un enfoque científico a la hora de dictar sentencia; después de todo, ¿dónde está ahí la humanidad? Pero a ello siempre se puede contestar con otra pregunta: ¿cuál es la alternativa? Hoy en día, las personas feas reciben condenas más largas que las atractivas; los psiquiatras no tienen manera de saber qué delincuentes sexuales volverán a reincidir; y nuestras cárceles están sobrepobladas de drogadictos a quienes sería más útil rehabilitar que mantener confinados. Así pues, la manera en que hoy en día se dicta sentencia, ¿es mejor que un enfoque científico y basado en las pruebas?

La neurociencia está comenzando a arañar la superficie de cuestiones que hasta ahora pertenecían exclusivamente al dominio de los filósofos y los psicólogos, cuestiones acerca de cómo la gente toma decisiones y si son realmente «libres». No se trata de cuestiones baladíes, sino de cuestiones que conformarán el futuro de la teoría legal y el sueño de una jurisprudencia basada en la biología.[226]

[226] Eagleman, «Neuroscience and the law».

Capítulo 7
La vida después de la monarquía

En cuanto a los hombres, esa infinidad de pequeños estanques separados con su propia vida corpuscular, ¿qué son sino la manera en que el agua ha conseguido ir más allá del alcance de los ríos?
LOREN EISELEY,
«La corriente del río»,
The Immense Journey

Contenido:

§. Del destronamiento a la democracia
§. Conócete a ti mismo
§. Qué significa y qué no significa estar compuesto de partes físicas
§. Del color de su pasaporte a las propiedades emergentes

§. Del destronamiento a la democracia

Después de que en 1610 Galileo descubriera las lunas de Júpiter con su telescopio casero, sus críticos religiosos condenaron su nueva teoría centrada en el Sol afirmando que era un destronamiento del hombre. No sospechaban que ése no era más

que un primer destronamiento. Cien años más tarde, el estudio de las capas sedimentarias llevado a cabo por el granjero escocés James Hutton tumbó el cálculo que había hecho la Iglesia de la edad de la Tierra, afirmando que era ochocientos mil años más antigua. No mucho después, Charles Darwin relegó a los seres humanos a una rama más del populoso reino animal. A principios del siglo XX, la mecánica cuántica alteró de manera irreparable nuestra idea del tejido de la realidad. En 1953, Francis Crick y James Watson descifraron la estructura del ADN, reemplazando el misterioso fantasma de la vida por algo que podemos anotar en secuencias de cuatro letras y almacenar en un ordenador.

Y a lo largo del siglo pasado, la neurociencia ha demostrado que la mente consciente ya no es la que lleva el timón de nuestra vida. Apenas cuatrocientos años después de nuestra caída del centro del universo, hemos experimentado la caída del centro de nosotros mismos. En el primer capítulo vimos que el acceso consciente a la maquinaria que hay bajo el capó es lento, y a menudo ni siquiera ocurre. Luego hemos visto que el mundo que vemos no se corresponde necesariamente con lo que hay ahí fuera: la visión es una construcción del cerebro, y su único trabajo es generar una narrativa útil en nuestras escalas de interacciones (digamos, con las frutas maduras, los osos y las parejas). Las ilusiones visuales revelan un concepto más profundo: que nuestros *pensamientos* son generados por una maquinaria a la que no tenemos acceso directo. Hemos visto que las rutinas útiles quedan impresas en el circuito del cerebro, y que una vez allí, ya no tenemos acceso a ellas. Lo que

parecía ser la conciencia es, más bien, imponer metas acerca de lo que debe imprimirse en el circuito, y poco más aparte de eso. En el capítulo 5 descubrimos que la mente contiene multitudes, lo que explica por qué uno puede insultarse, reírse de sí mismo y hacer tratos con uno mismo. Y en el capítulo 6 vimos que el cerebro puede operar de manera muy distinta cuando se ve transformado por una apoplejía, un tumor, los narcóticos o cualquier suceso que altere su biología. Ello sacude nuestras pueriles nociones de responsabilidad.

A consecuencia de todo este progreso científico, una inquietante pregunta ha surgido en las mentes de muchos: ¿qué les queda a los humanos después de todos estos destronamientos? Para algunos pensadores, a medida que la inmensidad del universo se vuelve más aparente, lo mismo ocurre con la intrascendencia del género humano: comenzamos a menguar en importancia prácticamente hasta quedar en nada. Ha quedado claro que las escalas temporales de las civilizaciones representaban apenas un destello en la larga historia de la vida multicelular del planeta, y que la historia de la vida no es más que un destello en la historia del propio planeta. Y ese planeta, y la vastedad del universo, no es más que una diminuta mota de materia que se aleja de otras motas a una velocidad cósmica a través de la desolada curvatura del espacio. Dentro de doscientos millones de años, este vigoroso y productivo planeta será consumido por la expansión del Sol. Como escribió Leslie Paul en *The Annihilation of Man*:

> *Toda vida morirá, toda mente se extinguirá, y todo será como si nunca hubiera ocurrido. Para ser honesto, ésa es la meta hacia la*

> *que se dirige la evolución, ése es el final «benévolo» de la furiosa vida y la furiosa muerte. (...) Toda vida no es más que una cerilla que se enciende en la oscuridad y vuelve a apagarse. El resultado final (...) es privarla completamente de sentido*[227]

Después de construir muchos tronos y caer de otros muchos, el hombre miró a su alrededor; se preguntó si había nacido de manera accidental en un proceso cósmico ciego y sin propósito, y se esforzó por salvaguardar algún tipo de propósito. Como escribió el teólogo E. L. Mascall:

> *El problema que experimenta hoy en día el hombre civilizado occidental radica en convencerse a sí mismo de que se le ha asignado alguna posición especial en el universo. (...) Muchos de los trastornos psicológicos que son un rasgo tan corriente y angustioso de nuestra época se remontan, creo yo, a esta causa*[228]

Filósofos como Heidegger, Jaspers, Shestov, Kierkegaard y Husserl se esforzaron por abordar la falta de sentido que esos destronamientos parecían haber causado. Albert Camus, en su libro de 1942 *El mito de Sísifo*, presentó su filosofía del absurdo, en la que el hombre busca sentido en un mundo básicamente sin sentido. En este contexto, Camus postuló que la única cuestión real de la filosofía es si uno ha de suicidarse o no. (Concluyó que uno *no*

---

[227] . Paul, *The Annihilation of Man*.
[228] Mascall, *The Importance of Being Human*.

debería suicidarse; más bien debería vivir para rebelarse contra el absurdo de la vida, aun cuando siempre sea sin esperanza. Es posible que se hubiera visto obligado a llegar a esta conclusión porque lo contrario habría dificultado las ventas del libro, a no ser que siguiera su propia receta: una peliaguda situación sin salida.)

Sugiero que los filósofos quizá se han tomado las noticias del destronamiento demasiado a pecho. ¿De verdad no le queda nada al hombre después de todos estos destronamientos? Probablemente sea lo contrario: a medida que profundicemos, descubriremos ideas mucho más amplias que las que hoy en día tenemos en nuestras pantallas de radar, del mismo modo que hemos comenzado a descubrir la magnificencia del mundo microscópico y la incomprensible escala del cosmos. El destronamiento suele revelar algo más grande que nosotros, ideas más maravillosas de lo que habíamos pensado. Cada descubrimiento nos ha enseñado que la realidad supera con mucho la imaginación y las conjeturas humanas. Todos esos avances han rebajado el poder de la intuición y la tradición como oráculo de nuestro futuro, sustituyéndolo por ideas más productivas, realidades más grandes y nuevos niveles de sobrecogimiento.

Gracias al descubrimiento de Galileo de que ya no somos el centro del universo, ahora sabemos algo mucho más importante: que el resto del sistema solar es de miles de millones de billones. Como he mencionado anteriormente, aun cuando la vida surja tan sólo en un planeta entre mil millones, eso significa que hay millones y millones de planetas en el cosmos rebosantes de actividad. En mi opinión,

ésa es una idea más importante y halagüeña que permanecer en un solitario centro rodeado de lámparas astrales frías y distantes. El destronamiento condujo a una comprensión más rica y profunda, y lo que perdimos en egocentrismo quedó equilibrado por la sorpresa y el asombro.

De manera parecida, comprender la edad de la Tierra abrió panorámicas temporales anteriormente inimaginables, que a su vez abrieron la posibilidad de comprender la selección natural. La selección natural se utiliza diariamente en los laboratorios de todo el mundo a la hora de escoger colonias de bacterias en las investigaciones para combatir las enfermedades. La mecánica cuántica nos ha proporcionado el transistor (la base de la industria electrónica), los rayos láser, la producción de imágenes por resonancia magnética y los lápices de memoria USB, y pronto podría proporcionarnos las revoluciones de la computación cuántica, el efecto túnel y el tele transporte. El comprender el ADN y la base molecular de la herencia nos ha permitido identificar enfermedades de una manera inimaginable hace medio siglo. Gracias a que nos hemos tomado en serio los descubrimientos de la ciencia, hemos erradicado la viruela, viajado a la Luna y emprendido la revolución de la información. Hemos triplicado la duración de la vida y, gracias a la identificación de enfermedades a nivel molecular, pronto la vida media superará los cien años. Los destronamientos a menudo equivalen al progreso.

En el caso del destronamiento de la mente consciente, estamos avanzando a la hora de comprender el comportamiento humano.

¿Por qué algunas cosas nos parecen hermosas? ¿Por qué se nos da mal la lógica? ¿A quién insultamos cuando nos insultamos a nosotros mismos? ¿Por qué la gente sucumbe al hechizo de las hipotecas de interés variable? ¿Cómo podemos conducir también un coche y ser incapaces de describir el proceso?

Estos avances a la hora de comprender el comportamiento humano se pueden traducir directamente en una política social perfeccionada. Como ejemplo, comprender el cerebro tiene importancia a la hora de estructurar los incentivos. Recordemos el hecho que vimos en el capítulo 5, cómo la gente negocia consigo misma, estableciendo una interminable serie de contactos Ulises. Eso conduce a ideas como la dieta propuesta en ese capítulo: la gente que quiere perder peso puede depositar una buena cantidad de dinero en un fideicomiso. Si consiguen su meta de perder peso en una fecha límite determinada, recuperan el dinero; si no es así, lo pierden. Esta estructura permite a la gente, en un momento de sobria reflexión, recabar apoyo contra su toma de decisión a corto plazo; después de todo, saben que su futuro yo sentirá la tentación de comer con impunidad. Comprender este aspecto de la naturaleza humana permite que este tipo de contrato sea útil en diversos escenarios; por ejemplo, a la hora de conseguir que un empleado desvíe una pequeña porción de su paga mensual a una cuenta de jubilación individual. Al tomar esa decisión por adelantado, evita la tentación de gastar posteriormente.

Nuestra comprensión más profunda del cosmos interior también nos ofrece una visión más clara de los conceptos filosóficos.

Tomemos la virtud. Durante milenios, los filósofos se han preguntado qué es y qué se puede hacer para fomentarla. El esquema del equipo de rivales nos ofrece nuevas perspectivas. A menudo podemos interpretar los elementos rivales del cerebro como algo análogo a *motor* y *frenos*: algunos elementos le impulsan hacia un comportamiento, mientras que otros intentan detenerle. A primera vista, uno podría pensar que la virtud consiste en no querer hacer cosas malas. Pero en un marco de referencia más matizado, una persona virtuosa puede sufrir poderosos impulsos lascivos siempre y cuando conserve suficiente capacidad de frenado para superarlos. (También se da el caso de que un sujeto virtuoso puede sentir tentaciones mínimas, y por tanto no necesitar unos buenos frenos, aunque se podría sugerir que la persona más virtuosa es la que tiene que librar una encarnizada batalla para resistir la tentación, y no el que nunca la siente.) Ese tipo de enfoque es posible sólo cuando vemos claramente la rivalidad que ocurre bajo el capó, pero no si creemos que la gente posee una sola mentalidad (como en *mens rea*, «la mentalidad culpable»). Con las nuevas herramientas, podemos contemplar una batalla más matizada entre las diferentes regiones del cerebro y hacia dónde se inclina la lucha. Y eso abre nuevas oportunidades para la rehabilitación en nuestro sistema legal: cuando comprendemos cómo funciona realmente la batalla y por qué el control de los impulsos falla en una parte de la población, podemos desarrollar nuevas estrategias directas para reforzar la toma de decisiones a largo plazo e inclinar la batalla en su favor.

Además, comprender el cerebro nos permitirá dictar sentencia de una manera más inteligente. Como hemos visto en el capítulo anterior, podemos reemplazar el problemático concepto de la responsabilidad por un sistema correctivo práctico y que mire hacia el futuro *(¿Qué hará esta persona a partir de ahora?)* en lugar de mirar hacia el pasado *(¿Hasta qué punto fue culpa suya?)*. Puede que algún día el sistema legal sea capaz de abordar problemas nerviosos y conductuales de la misma manera que la medicina estudia los problemas de los pulmones o los huesos. Dicho organismo biológico no pondrá en la calle a los delincuentes, pero introducirá la racionalidad en las condenas y una rehabilitación personalizada al adoptar un enfoque prospectivo en lugar de retrospectivo.

Comprender mejor la neurobiología podría llevar a una política social mejor. ¿Pero qué significa la hora de comprender nuestras propias vidas?

§. Conócete a ti mismo

> *Conócete, pues, a ti mismo, no te tomes la libertad de juzgar a Dios. A quien debe estudiar el hombre es al hombre.*
> ALEXANDER POPE

El 28 de febrero de 1571, en la mañana de su trigésimo octavo aniversario, el ensayista francés Michel de Montaigne decidió llevar

a cabo un cambio radical en su vida. Dejó su carrera en la vida pública, reunió una biblioteca de mil volúmenes en una torre situada en un rincón apartado de su propiedad, y pasó el resto de su vida escribiendo ensayos acerca del tema complejo, fugaz y proteico que más le interesaba: *él mismo*. Su primera conclusión fue que el intento de conocerse a uno mismo es una empresa vana, porque el yo cambia continuamente y desafía cualquier firme descripción. Pero eso no le impidió seguir investigando, y su pregunta ha resonado a través de los siglos: *Que sais-je*? (¿Qué sé?) Era, y sigue siendo, una buena pregunta. Nuestra exploración del cosmos interior desde luego nos desengaña de la idea inicial, intuitiva y sin complicaciones de conocernos a nosotros mismos. Nos damos cuenta de que este conocimiento de nosotros mismos exige tanto esfuerzo desde fuera (bajo la forma de la ciencia) como desde dentro (la introspección). Lo que no quiere decir que haya mejorado nuestra capacidad introspectiva. Después de todo, podemos aprender a prestar atención a lo que vemos realmente ahí fuera, como hace un pintor, y podemos analizar detenidamente nuestras señales internas, como hace un yogui. Pero la introspección tiene límites. Consideremos el hecho de que los sistemas nerviosos periféricos utilizan cien millones de neuronas para controlar las actividades de los intestinos (lo que se llama sistema nervioso entérico). Cien millones de neuronas y no hay introspección que pueda controlar eso. Y lo más probable es que tampoco quisiera. Es mejor que funcione como la maquinaria automatizada y optimizada que es, transportando la comida por sus

intestinos y emitiendo señales químicas para controlar la fábrica de la digestión sin preguntarle qué opina del asunto.

Aparte de la falta de acceso, podría darse una prevención del acceso. Mi colega Read Montague especuló en una ocasión que podríamos poseer algoritmos que nos protejan de nosotros mismos. Por ejemplo, los ordenadores poseen bloques de arranque que son inaccesibles para el sistema operativo: son demasiado importantes para el funcionamiento del ordenador como para que ningún otro sistema de nivel superior encuentre un camino de acceso, bajo ninguna circunstancia. Montague observó que cada vez que intentamos pensar demasiado en nosotros tendemos a «desconectarnos», y quizá se debe a que nos acercamos demasiado al bloque de arranque. Tal como escribió Ralph Waldo Emerson un siglo antes: «Todo nos intercepta de nosotros mismos.»

Gran parte de lo que somos permanece fuera de nuestra opinión o elección. Imagine que intenta cambiar su idea de la belleza o de la atracción. ¿Qué ocurriría si la sociedad le pidiera que a partir de ahora se sintiera atraído por el sexo que no le atrae en la actualidad? ¿O por alguien de una horquilla de edad que no le atrae en la actualidad? ¿O por otra especie? ¿Podría hacerlo? Es dudoso. Sus impulsos más básicos están bordados en el tejido de su circuito nervioso y le resultan inaccesibles. Ciertas cosas le resultan más atractivas que otras, y no sabe por qué.

Al igual que el sistema nervioso entérico y su idea de la atracción, casi todo su universo interior le es ajeno. Las ideas que se le ocurren, lo que piensa durante una ensoñación, el extravagante

contenido de sus sueños: todo eso se le aparece desde las invisibles cavernas intracraneales.

¿Qué significa todo esto para la admonición griega γνώθι σεαυτόν –conócete a ti mismo– inscrita de manera prominente a la entrada del templo de Apolo en Delfos? ¿Podemos conocernos más profundamente estudiando nuestra neurobiología? Sí, pero con algunas salvedades. Ante los misterios profundos que presentaba la física cuántica, el físico Niels Bohr sugirió una vez que comprender la estructura del átomo sólo podría conseguirse cambiando la definición de «comprender». Uno ya no podría dibujar el átomo, cierto, pero en cambio ahora podía predecir experimentos acerca de su comportamiento con una precisión de hasta catorce decimales. Los supuestos de antaño eran sustituidos por algo más rico.

Del mismo modo, conocerse a uno mismo puede que requiera un cambio en la definición de «conocer». Conocerse a uno mismo ahora exige comprender que el *yo* consciente ocupa una pequeña habitación en la mansión del cerebro y que posee poco control sobre la realidad construida para usted. La invocación del conócete a ti mismo tiene que considerarse de una manera nueva.

Supongamos que le gustaría saber algo más acerca de la idea de conocerse a uno mismo y que me ha pedido que le explique un poco más. Probablemente no ayudaría que le dijera «Todo lo que necesita saber está en las letras por separado: «γ ν ώ θ ι σ ε α υ τ ό ν». Si no sabe griego, los elementos no son más que formas arbitrarias. Y aun cuando sepa griego, una idea es mucho más que las letras; más bien querría saber la cultura de donde surgió, el énfasis en la

introspección, cómo sugieren un camino hacia la iluminación.[229] Comprender la frase exige algo más que aprender las letras. Y ésta es la situación en que nos encontramos al observar los billones de neuronas y sus quintillones de proteínas y productos bioquímicos que se desplazan. ¿Significa eso que nos conocemos desde una perspectiva totalmente desconocida? Como veremos en un momento, necesitamos los datos de la neurobiología, pero también algo más para conocernos a nosotros mismos.

La biología es un enfoque magnífico pero limitado. Imagine que observa por un microscopio la garganta de su amante mientras lee poesía. Observa muy de cerca las cuerdas vocales de su amante, viscosas y relucientes, contrayéndose y dilatándose a espasmos. Podría estudiarlas hasta que le entraran náuseas (quizá más pronto que tarde, según su tolerancia a la biología), pero no le ayudaría a comprender por qué le encanta hablar con esa persona en la cama. En sí misma, en su forma más tosca, la biología sólo nos ofrece una visión parcial. Es lo mejor que podemos conseguir ahora, pero está lejos de ser algo completo. Veámoslo con algo más de detalle.

§. Qué significa y qué no significa estar compuesto de partes físicas

Uno de los ejemplos más famosos de lesión cerebral lo encontramos en el capataz de una cuadrilla de obreros de veinticinco años

[229] Por lo que se refiere a la historia de la expresión, el poeta romano Juvenal sugirió que «Conócete a ti mismo» descendía directamente del cielo *(de caelo)*; otros eruditos más serios la atribuyen a Quilón de Esparta, Heráclito, Pitágoras, Sócrates, Solón de Atenas, Tales de Mileto, y otros dicen que simplemente era un proverbio popular.

llamado Phineas Gage. El *Boston Post* lo mencionaba en un breve artículo el 21 de septiembre de 1848 bajo el titular «Un horrible accidente»:

> *Mientras Phineas P. Gage, capataz de ferrocarril en Cavendish, estaba utilizando un hierro de apisonar para colocar una carga explosiva, la carga estalló y la barra, de tres centímetros de diámetro y más de un metro de longitud, le atravesó la cabeza. El hierro entró por un lado de la cara, le destrozó la mandíbula superior y le salió por el ojo izquierdo y la parte de atrás de la cabeza.*

El hierro de apisonar acabó en el suelo a unos veinticinco metros de distancia. Aunque Gage no fue el primero que vio cómo un proyectil le atravesaba el cráneo y se le llevaba una parte del cerebro, fue el primero que no murió por ello. De hecho, ni siquiera perdió la conciencia.

El primer médico en llegar, el doctor Edward H. Williams, no se creyó el relato de Gage de lo que había ocurrido, sino que «pensó que se engañaba». Pero Williams pronto comprendió la gravedad de lo que había ocurrido cuando «el señor G. se puso en pie y vomitó; el esfuerzo de vomitar hizo salir una porción de su cerebro equivalente a media taza de té, que cayó al suelo».

El médico de Harvard que estudió el caso, el doctor Henry Jacob Bigelow, observó que «el rasgo prominente de este caso es su improbabilidad. (…) No tiene antecedentes en los anales de la

cirugía».[230] El artículo del *Boston Post* resumió dicha improbabilidad tan sólo con una frase más: «La circunstancia más singular relacionada con este triste asunto es que a las dos de esta tarde el señor Gage estaba vivo, en plena posesión de sus facultades y libre de cualquier dolor.»[231]

El mero hecho de que Gage sobreviviera lo había convertido en un caso médico interesante; fue un caso famoso porque algo más salió a la luz. Dos meses después del accidente su médico informó de que Gage «se siente mejor en todos los aspectos (…) vuelve a pasearse por su casa; dice que no siente dolor en la cabeza». Pero, prefigurando un problema de más alcance, el doctor también observó que Gage «parece que conseguirá recuperarse, si se le puede controlar».

¿A qué se refería con eso de «si se le puede controlar»? Resultó que antes del accidente la cuadrilla de Gage había afirmado sentir por él «un gran aprecio» y sus jefes lo consideraban «el capataz más eficiente y competente que habían tenido». Pero después de su transformación cerebral, sus jefes «consideraron el cambio operado en su mente tan marcado que ya no pudieron devolverle su puesto». Tal como escribió en 1868 el doctor John Martyn Harlow, el médico que se encargaba de Gage:

> *El equilibrio, por así decir, entre sus facultades intelectuales y sus propensiones animales, parece haber quedado destruido. Es*

[230] Bigelow, «Dr. Harlow's case».

[231] El *Boston Post*, 21 de septiembre de 1848, da crédito a una noticia anterior del *Ludlow Free Soil Union* (un periódico de Vermont). La versión del texto citado corrige un error de la noticia original en la que la palabra «diámetro» había sido reemplazada de manera incorrecta por «circunferencia». Véase también Macmillan, *An Odd Kind of Fame*.

inconstante, irreverente, se entrega a veces a las blasfemias más groseras (algo que no acostumbraba hacer anteriormente), manifiesta poca deferencia hacia sus semejantes, muestra impaciencia cuando el comedimiento o los consejos entran en conflicto con sus deseos, a veces es pertinazmente obstinado, y sin embargo también caprichoso e indeciso; idea muchos proyectos que abandona de repente para pasar a otros en apariencia más factibles. Es un niño en su capacidad intelectual y en sus manifestaciones, aunque posee las pasiones animales de un hombre hecho y derecho. Antes del accidente, aunque no había asistido a la escuela, poseía una mente bien equilibrada, y aquellos que le conocían lo consideraban astuto e inteligente en su trabajo, muy enérgico y tenaz a la hora de ejecutar sus planes de actuación. En este aspecto su mente cambió de un modo tan radical que sus amigos y conocidos decían que «ya no era Gage».[232]

En los ciento cuarenta y tres años transcurridos hemos presenciado muchos más experimentos trágicos de la naturaleza –apoplejías, tumores, degeneración y todo tipo de lesiones cerebrales– que han producido muchos más casos como el de Phineas Gage. La lección que hay que aprender de todos estos casos es la misma: el estado de su cerebro es fundamental para ser quien es. El *usted* que todos sus amigos conocen y aman no puede existir a no ser que los transistores y tuercas de su cerebro se mantengan en su sitio. Si no lo cree, entre en el pabellón de neurología de cualquier hospital.

[232] Harlow, «Recovery»

Una lesión cerebral, aunque sea de una parte pequeña, puede conducir a la pérdida de facultades tremendamente específicas: la facultad de distinguir a los animales, de oír música, de enfrentarse a un comportamiento arriesgado, de distinguir los colores o de tomar decisiones sencillas. Y hemos visto ejemplos de ello con el paciente que perdió la facultad de ver el movimiento (capítulo 2), y con los pacientes de Parkinson que se convertían en jugadores compulsivos y los pacientes frontotemporales que se volvían ladrones, casos ambos en los que perdían la capacidad de gestionar los riesgos (capítulo 6). Su esencia quedaba transformada por los cambios ocurridos en su cerebro.

* * * *

Todo ello nos conduce a una pregunta clave: ¿poseemos un alma separada de nuestra biología física, o no somos más que una red biológica enormemente compleja que produce de manera mecánica nuestras esperanzas, aspiraciones, sueños, deseos, humores y pasiones?[7] La mayoría de la gente del planeta vota por el alma extra biológica, mientras la mayoría de los científicos lo hacen por la segunda opción: una esencia que es una propiedad natural y emerge de un vasto sistema físico y nada más. ¿Sabemos cuál es la respuesta correcta? No con certeza, pero casos como el de Gage desde luego parecen tener algo que decir en este problema. El punto de vista *materialista* afirma que estamos hechos fundamentalmente sólo de materiales físicos. Desde esta perspectiva, el cerebro es un sistema que funciona gobernado por las leyes de la química y la física, y el resultado final es que todos sus pensamientos, emociones

y decisiones se producen por reacciones naturales que siguen las leyes locales de la mínima energía potencial. Somos nuestro cerebro y sus productos químicos, y si alguien mueve los diales de sus sistemas nerviosos cambia *quién es usted*. Una versión común del materialismo se denomina *reduccionismo*: esta teoría postula la esperanza de poder comprender complejos fenómenos como la felicidad, la avaricia, el narcisismo, la compasión, la maldad, la cautela y el temor reverencial *reduciendo* sucesivamente los problemas a sus diminutas partes y piezas biológicas.

A primera vista, la perspectiva reduccionista le parece absurda a mucha gente. Lo sé porque cuando voy en avión y le pregunto a un desconocido que se sienta a mi lado qué opina de ella, generalmente dice algo como: «Mire, todo eso: cómo acabé amando a mi mujer, por qué escogí mi trabajo, y todo lo demás…, eso no tiene nada que ver con la química del *cerebro*. Es simplemente *la persona que soy.»* Y tienen razón al pensar que la relación entre su esencia como personas y una reblandecida agrupación de células parece como mucho lejana. Las decisiones de los pasajeros proceden de *ellos mismos*, no de un puñado de sustancias químicas que fluyen en cascada a través de ciclos invisiblemente pequeños. ¿Verdad?

¿Pero qué ocurre cuando nos topamos con un caso como el de Phineas Gage? ¿O cuando nos concentramos en otras influencias del cerebro –mucho más sutiles que un hierro para apisonar– que cambian la personalidad del agente?

Consideremos los poderosos efectos de las pequeñas moléculas que denominamos narcóticos. Esas moléculas alteran la conciencia,

afectan la cognición e influyen en el comportamiento. Somos esclavos de esas moléculas. El tabaco, el alcohol y la cocaína son sustancias que en todo el mundo la gente se administra a sí misma para cambiar su estado de ánimo. Si no supiéramos nada de neurobiología, la mera existencia de los narcóticos nos ofrecería la prueba que necesitamos de cómo nuestro comportamiento y nuestra psicología pueden verse manipulados a nivel molecular. Tomemos la cocaína como ejemplo. Esta droga interactúa con una red específica del cerebro, la que registra los sucesos de recompensa: desde apagar la sed con un té helado a obtener una sonrisa de la persona que deseas, o desde solucionar un problema difícil a escuchar «¡Buen trabajo!». Al vincular los resultados positivos a los comportamientos que llevaron a ellos, el circuito nervioso (conocido como sistema mesolímbico dopaminérgico) aprende a optimizar el comportamiento en el mundo. Nos ayuda a obtener comida, bebida y parejas, y nos ayuda con nuestras decisiones cotidianas.[233]

Fuera de contexto, la cocaína es una molécula sin el menor interés: diecisiete átomos de carbono, veintiuno de hidrógeno, uno de nitrógeno y cuatro de oxígeno. Lo que convierte la cocaína en *cocaína* es el hecho de que su forma accidental da la casualidad de que encaja perfectamente con la maquinaria microscópica de los circuitos de recompensa. Lo mismo ocurre con las cuatro principales clases de drogas de las que se puede abusar: el alcohol,

[233] La arquitectura básica de estos circuitos de recompensa ha permanecido prácticamente igual a lo largo de la evolución. El cerebro de una abeja utiliza los mismos sistemas de recompensa que su cerebro, se sirve del mismo programa de software en un hardware mucho más compacto. (Véase Montague et al., «Bee foraging...».)

la nicotina, los psico estimulantes (como las anfetaminas) y los opiáceos (como la morfina): por un camino u otro, todos conectan con los circuitos de recompensa.[234] Las sustancias que estimulan el sistema mesolímbico de la dopamina poseen efectos que se refuerzan a sí mismos, y los que los utilizan robarán una tienda y atacarán a un anciano para seguir obteniendo esas formas moleculares concretas. Esos productos químicos, que obran su magia a una escala mil veces más pequeña que la anchura del cabello humano, hacen que los que las consumen se sientan invencibles y eufóricos. Al conectar con el sistema de dopamina, la cocaína y sus primos conquistan el sistema de recompensa, le dicen al cerebro que eso es lo mejor que podría ocurrir. Los antiguos circuitos quedan secuestrados.

Las moléculas de cocaína son cientos de millones de veces más pequeñas que el hierro que atravesó el cerebro de Phineas Gage, y sin embargo la lección es la misma: quién es usted depende de la suma total de su neurobiología.

Y el sistema de la dopamina no es más que un ejemplo entre cientos. Los niveles exactos de decenas de otros transmisores –por ejemplo, la serotonina– son fundamentales a la hora de determinar quién cree que es cada uno. Si padece depresión clínica, probablemente le recetarán un medicamento conocido como un inhibidor de la reabsorción selectiva de la serotonina (cuya abreviatura es IRSS), que puede llevar el nombre de fluoxetina, sertralina, paroxetina o citalopram. Todo lo que necesita saber

[234] Pierce y Kumaresan, «The mesolimbic dopamine system».

acerca de cómo funcionan estas drogas está contenido en las palabras «inhibidor de la absorción»: normalmente, los canales llamados transportadores absorben la serotonina del espacio que hay entre las neuronas; la inhibición de estos canales conduce a una mayor concentración de serotonina en el cerebro. Y el aumento de la concentración tiene consecuencias directas en la cognición y la emoción. La gente que toma estos medicamentos puede pasar de permanecer todo el día llorando en la cama a ponerse en pie, ducharse, volver al trabajo y recuperar relaciones sanas con las personas de su vida. Y todo a causa de un sutil ajuste del sistema neurotransmisor.[235] Si esta historia no fuera tan corriente, sería mucho más fácil apreciar lo extraña que resulta.

No sólo los neurotransmisores influyen en su cognición. Lo mismo ocurre con las hormonas, esas moléculas invisiblemente pequeñas que recorren el flujo sanguíneo y causan conmoción en cada puerto que visita. Si le inyecta estrógenos a una rata hembra, comenzará a buscar sexo; si le inyecta testosterona a una rata macho, se volverá agresiva. En el capítulo anterior relatamos la historia del luchador Chris Benoit, que tomó enormes dosis de testosterona y asesinó a su esposa y a su hijo en un arrebato de furia hormonal. Y en el capítulo 4 vimos que la hormona llamada vasopresina está relacionada con la fidelidad. Otro ejemplo serían las fluctuaciones hormonales que acompañan los ciclos menstruales normales. Hace

[235] En los modelos animales, los investigadores desconectan los receptores de la serotonina y demuestran los cambios en la ansiedad y el comportamiento, y luego, al restaurar los receptores, vuelve el comportamiento normal. Por ejemplo, véase Weisstaub, Zhou y Lira, «Cortical 5-HT2 A».

poco, una amiga mía estaba en el punto más bajo de sus cambios de humor menstrual. Esbozó una lánguida sonrisa y dijo: «Sabes, durante unos días cada mes, no soy yo.» Como también es neurocientífica, reflexionó por un momento y añadió: «O a lo mejor *ése* es mi verdadero yo, y durante los otros veintisiete días del mes soy otra persona.» Nos reímos. A ella no le daba miedo considerarse la suma total de sus elementos químicos en cualquier momento. Comprendía que lo que consideramos su verdadera personalidad es un promedio de cómo es durante todos los días.

Todo ello da como resultado una extraña idea de la personalidad. A causa de las inaccesibles fluctuaciones de nuestra sopa biológica, hay días que nos encontramos más irritables, graciosos, locuaces, serenos, energéticos o lúcidos. Nuestra vida interna y nuestras acciones externas están guiadas por cócteles biológicos a los que no tenemos acceso inmediato ni conocemos directamente.

Y no olvide que la larga lista de cosas que influyen en su vida mental va más allá de las sustancias químicas, y también incluye los detalles del circuito. Consideremos la epilepsia. Si un ataque epiléptico se centra en un benigno lugar concreto del lóbulo temporal, una persona no tendrá ataques motores, sino algo más sutil. El efecto es una especie de ataque cognitivo, marcado por cambios de personalidad, hiper religiosidad (una obsesión con la religión y una sensación de certeza religiosa), hipergrafía (escribir extensamente sobre un tema, generalmente la religión), la falsa sensación de una presencia externa y, a menudo, oír voces que se

atribuyen a Dios.[236] Al parecer, una parte de los profetas, mártires y líderes de la historia padecieron epilepsia del lóbulo temporal.[237] Pensemos en Juana de Arco, la muchacha de dieciséis años que consiguió darle la vuelta a la guerra de los Cien Años porque creía (y convenció de ello a los soldados franceses) que oía la voz del arcángel San Miguel, de Santa Catalina de Alejandría, de Santa Margarita y de San Gabriel. Así es como ya describió la experiencia: «Cuando tenía trece años, oía la voz de Dios, que me decía cómo tenía que obrar. La primera vez me quedé aterrada. La voz me llegó a eso del mediodía: era verano, y estaba en el jardín de mi padre.» Posteriormente afirmó: «Puesto que Dios me ha ordenado que vaya, debo ir. Y puesto que Dios me lo ha ordenado, aunque hubiera tenido cien padres y cien madres, y hubiera sido la hija de un rey, habría ido.» Aunque es imposible diagnosticar con certeza de manera retrospectiva, sus palabras, el aumento de su religiosidad y las voces que oía son síntomas coherentes con la epilepsia del lóbulo temporal. Cuando surge actividad cerebral en el sitio adecuado, la gente oye voces. Si el médico receta una medicación antiepiléptica, los ataques desaparecen y las voces dejan de oírse. Nuestra realidad depende de nuestra biología.

---

[236] Waxman y Geschwind, «Hypergraphia».

[237] Véase Trimble y Freeman, «An investigation», para estudios de la religiosidad en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal, y Devinsky y Lai, «Spirituality», para una visión general de la epilepsia y la religiosidad. Véase d'Orsi y Tinuper, «"I heard voices"», para la opinión de que la epilepsia de Juana de Arco era de un tipo descubierto hace poco: la epilepsia parcial idiopática con rasgos auditivos. Véase Freemon, «A differential diagnosis», para un diagnóstico histórico de Mahoma en el que concluye: «Aunque es imposible un diagnóstico terminante a partir del conocimiento existente, los ataques parciales complejos o psicomotores de epilepsia de lóbulo temporal serían el diagnóstico más defendible.»

Las influencias de nuestra vida cognitiva también incluyen diminutas criaturas no humanas: los microorganismos, como los virus y las bacterias, también dominan nuestro comportamiento de maneras muy específicas, librando batallas invisibles en nuestro interior. He aquí mi ejemplo favorito de un organismo microscópico que asume el control del comportamiento de una máquina gigantesca: el virus de la rabia. Tras la mordedura de un mamífero a otro, este diminuto virus en forma de bala sube por los nervios y llega al lóbulo temporal del cerebro. Allí se gana el favor de las neuronas locales, y al cambiar las pautas locales de actividad provoca en el huésped infectado un comportamiento agresivo, de rabia, y una propensión a morder. El virus también alcanza las glándulas salivales, y, mediante el mordisco, pasa al siguiente huésped. Guiando el comportamiento del animal, el virus se asegura su propagación a otro huésped. Piense simplemente en que el virus, cuyo diámetro es apenas la setenta y cinco mil millonésima parte de un metro, sobrevive tomando el mando del cuerpo inmenso de un animal que es veinticinco millones de veces más grande que él. Es como si usted encontrara una criatura de 40.000 kilómetros de alto y llevara a cabo algo muy inteligente para que su voluntad se plegara a la de usted.[238] La lección que hay que aprender es que un cambio invisiblemente pequeño dentro del cerebro puede provocar cambios inmensos en el comportamiento. Nuestras elecciones están

[238] A menudo me he preguntado si promover el comportamiento sexual en los humanos sería el mecanismo más evidente para que un virus de transmisión sexual potenciara su supervivencia. No conozco ningún dato que apoye esta hipótesis, pero parece un punto de partida evidente.

inseparablemente ligadas a los detalles más diminutos de nuestra maquinaria.[239]

Como ejemplo final de nuestra dependencia de la biología, observemos que las diminutas mutaciones en los genes individuales también determinan y cambian el comportamiento. Consideremos la enfermedad de Huntington, en la que una paulatina lesión en la corteza frontal conduce a cambios de personalidad en los que se dan agresividad, hipersexualidad, comportamiento impulsivo e indiferencia hacia las normas sociales, y todo ello ocurre años antes de que aparezcan los síntomas más reconocibles del movimiento espástico.[240] Lo que quiero destacar aquí es que la enfermedad de Huntington viene provocada por la mutación de un solo gen. Tal como lo resume Robert Sapolsky: «Si alteras un gen entre decenas de miles, y aproximadamente a mitad de tu vida, se produce una transformación drástica de la personalidad.»[241] Ante estos ejemplos, ¿qué podemos concluir, sino que nuestra esencia depende de los detalles de nuestra biología? ¿Podría usted decirle a una persona

---

[239] Existen muchos más ejemplos de pequeños pellizcos biológicos que causan grandes cambios. Los pacientes de encefalitis por herpes simple a menudo sufren lesiones en zonas específicas del cerebro, y van al médico porque tienen problemas para utilizar y comprender el significado de las palabras: por ejemplo, el tiempo pasado de un verbo irregular como *drive: drove*. Si alguna vez ha creído que algo tan impalpable como los pasados irregulares no estaba conectado con los botones microscópicos, piénselo otra vez. Y la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, un problema causado por unas proteínas que se pliegan de manera anormal llamadas priones, casi siempre acaba en una demencia global caracterizada por el descuido personal, la apatía y la irritabilidad. Lo más extraño es que las víctimas presentan problemas específicos a la hora de leer y escribir, y una desorientación a la hora de distinguir la derecha de la izquierda. ¿Quién habría pensado que su sentido de la derecha y la izquierda dependía del plegado exacto de la estructura de proteínas que son dos mil veces más pequeñas que la anchura de un cabello? Pero ahí lo tiene.

[240] Cummings, «Behavioral and psychiatric symptoms».

[241] Sapolsky, «The frontal cortex».

que padece la enfermedad de Huntington que utilice su «libre albedrío» para dejar de actuar de una manera tan extraña?

Vemos, pues, que las moléculas invisiblemente pequeñas que llamamos narcóticos, neurotransmisores, hormonas, virus y genes pueden colocar sus manitas en el timón de nuestro comportamiento. En cuanto le echan algo a su bebida, estornudan sobre su sándwich o su genoma sufre una mutación, su nave se mueve en una dirección distinta. Por mucho que intente enderezar el timón, los cambios de su maquinaria hacen que usted también cambie. Teniendo en cuenta la presencia de estos factores, no está nada claro que tengamos la opción de «escoger» quién nos gustaría ser. Tal como lo expresa la neuroética Martha Farah, si una píldora antidepresiva «puede ayudarnos a tomarnos con calma nuestros problemas cotidianos, y si un estimulante puede ayudarnos a cumplir nuestros compromisos laborales, ¿no deberían considerarse también rasgos de nuestro cuerpo el temperamento inquebrantable y el carácter concienzudo? Y si es así, ¿hay algo en las personas que *no* sea un rasgo de su cuerpo?».[242]

Lo que uno acaba siendo depende de una vasta red de factores, y probablemente nunca podremos establecer una correspondencia unívoca entre moléculas y comportamiento (aparte de la que se da en ese momento). Sin embargo, a pesar de su complejidad, su mundo está directamente vinculado con su biología. Si existe algo parecido al alma, como mínimo está irreversiblemente enredada con los detalles microscópicos. Aparte de todo lo que pueda ocurrir con

[242] Véase Farah, «Neuroethics».

nuestra misteriosa existencia, nuestra relación con nuestra biología es algo que no admite duda. Desde este punto de vista, puede ver por qué el reduccionismo biológico posee tanta influencia en la moderna ciencia cerebral. Pero el reduccionismo no lo es todo.

§. Del color de su pasaporte a las propiedades emergentes

Casi todos hemos oído hablar del Proyecto del Genoma Humano, en el que nuestra especie ha descodificado con éxito la secuencia de miles de millones de letras de longitud de nuestro código genético. El proyecto ha sido un hito histórico, saludado con la fanfarria debida.

No todo el mundo se ha enterado de que el proyecto ha sido, en cierto sentido, un fracaso. Una vez hemos secuenciado todo el código, no hemos encontrado las anheladas respuestas acerca de qué genes son exclusivos de la humanidad; lo que hemos descubierto es un enorme libro de recetas para construir las tuercas y tornillos de los organismos biológicos. Hemos averiguado que otros animales poseen esencialmente el mismo genoma que nosotros; ello se debe a que están hechos de las mismas tuercas y tornillos, sólo que con una configuración distinta. El genoma humano no es muy distinto del genoma de la rana, aun cuando los humanos son muy distintos de las ranas. Al menos, los humanos y las ranas *parecen* bastante distintos al principio. Pero tenga en cuenta que ambos requieren la receta para construir los ojos, el bazo, la piel, los huesos, el corazón, etc. Como resultado, los dos genomas no son tan distintos. Imagine que va a varias fábricas y

examina la anchura de longitud de los tornillos utilizados. Le dirán muy poco acerca de la función del producto final, si es una tostadora o un secador de pelo. Pero contienen elementos parecidos configurados en funciones distintas.

El hecho de no haber descubierto lo que pensábamos no es una crítica al Proyecto del Genoma Humano; había que hacerlo como primer paso. Pero es reconocer que sucesivos niveles de reducción están condenados a decirnos muy poco acerca de las cuestiones importantes de los humanos.

Volvamos al ejemplo de la enfermedad de Huntington, en la que un solo gen determina si desarrolla o no una enfermedad, lo que parece un triunfo del reduccionismo. Pero observe que la enfermedad de Huntington es uno de los escasísimos ejemplos que se pueden poner de este tipo de efecto. La reducción de una enfermedad a una *sola* mutación es extraordinariamente rara: casi todas las enfermedades son poligenéticas, que quiere decir que resultan de sutiles aportaciones de decenas e incluso cientos de genes distintos. Y a medida que la ciencia desarrolla técnicas mejores, descubrimos que no sólo intervienen las regiones que codifican los genes, sino también las zonas intermedias, lo que antes se consideraba el ADN «basura». Casi todas las enfermedades parecen ser el resultado de una tormenta perfecta de múltiples cambios de poca importancia que se combinan de una manera terriblemente compleja.

Pero la situación es mucho peor que un problema de múltiples genes: las aportaciones del genoma sólo se pueden comprender en el contexto de interacción con el entorno. Consideremos la

esquizofrenia: hace décadas que los investigadores buscan el gen de la enfermedad. ¿Han encontrado alguno que se corresponda con ella? Seguramente sí. De hecho, cientos. El hecho de que alguien posea uno de esos genes, ¿nos permite predecir quién desarrolla la esquizofrenia de adulto? Apenas. Ni una sola mutación genética predice tanto la esquizofrenia como el color de su pasaporte.

¿Qué tiene que ver el pasaporte con la esquizofrenia? Resulta que la tensión social de ser inmigrante en un nuevo país es uno de los factores fundamentales para padecer esquizofrenia.[243] En estudios llevados a cabo en diversos países, los grupos de inmigrantes que más se diferencian en cultura y apariencia de la población anfitriona son los que exhiben más riesgo. En otras palabras, un nivel inferior de aceptación social por la mayoría se corresponde con una mayor probabilidad de que surja la esquizofrenia. De una manera que en la actualidad todavía no se comprende, parece ser que un repetido rechazo social perturba el funcionamiento normal de los sistemas de la dopamina. Pero ni siquiera estas generalizaciones lo explican todo, porque dentro de un mismo grupo de inmigrantes (pongamos los coreanos de los Estados Unidos), los que se toman peor sus diferencias étnicas es más probable que se vuelvan psicóticos. Y los que se sienten orgullosos y cómodos con su patrimonio cultural son mentalmente más estables.

[243] Según una hipótesis de la relación entre esquizofrenia e inmigración, el rechazo social permanente altera la función de la dopamina en el cerebro. Para una visión de conjunto, véase Selten, Cantor-Graae y Kahn, «Migration», o Weiser et al., «Elaboration». Doy las gracias a mi colega Jonathan Downar por llamar mi atención hacia esos ensayos

Puede que esto sorprenda a muchos. ¿La esquizofrenia es genética o no? La respuesta es que la genética *influye*. Si la genética hace que las tuercas y tornillos tengan una forma un tanto extraña, todo el sistema podría funcionar de una manera inusual cuando lo colocamos en un entorno particular. En otros entornos, puede que la forma de las tuercas y tornillos no importe. Después de todo, cómo acaba siendo una persona depende de muchas más cosas que de las sugerencias moleculares anotadas en el ADN.

¿Recuerda que antes dijimos que si es portador del cromosoma Y tiene un 8,28 % más de probabilidades de cometer un delito violento? Se trata de un dato, pero la cuestión fundamental es: ¿por qué no *todos* los varones son delincuentes? Es decir, sólo un 1 % de los varones están en la cárcel.[244] ¿Qué ocurre?

La respuesta es que el conocimiento de los genes por sí solo no es suficiente para explicar gran cosa del comportamiento. Consideremos el trabajo de Stephen Suomi, un investigador que cría monos en entornos naturales de la zona rural de Maryland. En ese entorno es capaz de observar el comportamiento social de los monos desde el día de su nacimiento.[245] Una de las primeras cosas que observó fue que los monos comienzan a expresar personalidades distintas desde una edad sorprendentemente precoz. Comprobó que casi todo el comportamiento social se desarrollaba, se ponía en

[244] En 2008, había en Estados Unidos 2,3 millones de personas entre rejas, que es el porcentaje de ciudadanos en la cárcel más alto del mundo. Mientras que la sociedad se beneficia de encarcelar a los delincuentes violentos y reincidentes, el problema de muchos de los que están entre rejas –como los drogadictos– se podría abordar de una manera más fructífera que simplemente encarcelándolos.

[245] Suomi, «Risk, resilience».

práctica y se perfeccionaba durante el curso del juego paritario entre los cuatro y seis meses de edad. Esta observación habría sido interesante en sí misma, pero Suomi fue capaz de combinar las observaciones acerca del comportamiento con análisis regulares de hormonas y metabolitos en la sangre, así como de análisis genéticos.

Lo que descubrió fue que el 20 % de los bebés monos mostraban ansiedad social. Reaccionaban a las situaciones sociales novedosas y un tanto estresantes con un temor y una ansiedad insólitos, y ello tenía que ver con aumentos duraderos de las hormonas de estrés en su sangre.

En el otro lado del espectro social, el 5 % de los bebés mono eran demasiado agresivos. Mostraban un comportamiento impulsivo e inapropiadamente beligerante. Esos monos poseían bajos niveles de un metabolito de la sangre relacionado con la descomposición en la serotonina.

En su investigación, Suomi y su equipo descubrieron que había dos «sabores» de genes distintos (que los genetistas llaman alelos) que uno podía poseer para una proteína que participaba en el transporte de la serotonina:[246] llamémoslos forma corta y forma larga. Los monos con la forma corta apenas podían controlar la violencia, mientras que los que tenían la forma larga mostraban un control del comportamiento normal.

[246] El cambio genético en cuestión reside en la región que promueve el gen transportador de la serotonina (5-HTT).

Pero resultó que eso tampoco era toda la historia. Cómo se desarrollaba la personalidad de un mono dependía también de su entorno. Había dos maneras de criar un mono: con su madre (entorno bueno) o con otras crías (relaciones de apego inseguras). Los monos con la forma corta acababan siendo del tipo agresivo cuando se criaban con otras crías, pero mejoraban mucho cuando se criaban con sus madres. En el caso de los que tenían la forma larga del gen, el entorno en que se criaban no tenía mucha importancia; en cada caso se adaptaban bien.

Hay al menos dos maneras de interpretar estos resultados. La primera es que el alelo largo es un «gen bueno» que confiere resistencia contra un entorno malo en la infancia (la esquina inferior izquierda de la tabla que aparece en la página siguiente). La segunda es que una buena relación con la madre de algún modo otorga resistencia a aquellos monos que de otro modo resultarían ser el garbanzo negro (esquina superior derecha). Estas dos interpretaciones no se excluyen, y ambas se reducen a la misma importante lección: la combinación de genética y entorno es importante para el producto final.

	Crecen con otras crías	*Crecen con la madre*
Alelo corto	**agresivo**	**correcto**
Alelo largo	**correcto**	**correcto**

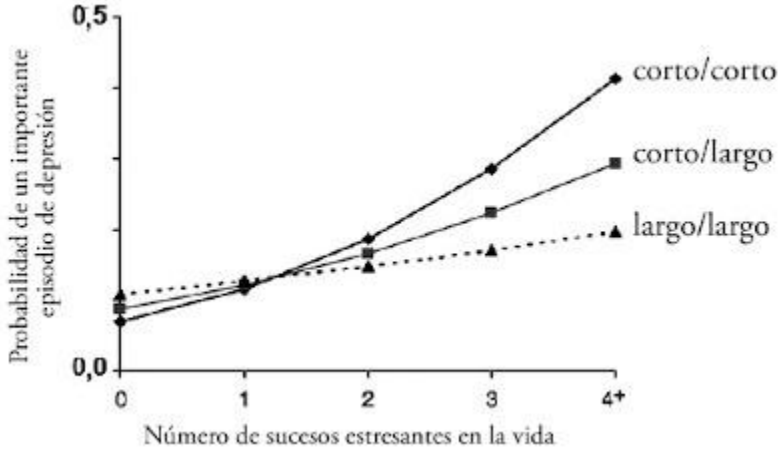
Gracias al éxito de los estudios con monos, la gente comenzó a estudiar las interacciones de los genes con el entorno en los humanos.[247] En 2001, Avshalom Caspi y sus colegas comenzaron a preguntarse si existen genes para la depresión. Cuando emprendieron la búsqueda, descubrieron que la respuesta es «más o menos». Averiguaron que hay genes que *predisponen*, y si finalmente sufre de depresión depende de los sucesos de su vida.[248] Los investigadores hallaron este resultado entrevistando concienzudamente a docenas de personas para averiguar qué importantes sucesos traumáticos habían ocurrido en sus vidas: la pérdida de un ser amado, un accidente de coche grave, y cosas así. También analizaron la genética de cada participante, sobre todo la forma de un gen que interviene en la regulación de los niveles de serotonina en el cerebro. Como la gente lleva dos copias del gen (una por cada progenitor), hay tres combinaciones posibles: corto/corto, corto/largo o largo/ largo. Lo más asombroso fue que la combinación corto/corto predisponía a los participantes a la depresión clínica, pero sólo si experimentaban un número creciente de sucesos desagradables en su vida. Si tenía la suerte de llevar una buena vida, entonces el hecho de ser portador de la combinación corto/corto no hacía que tuvieran más probabilidades que los demás de sufrir una depresión. Pero si tenían la desdicha de enfrentarse a serios contratiempos, incluyendo acontecimientos que quedaban totalmente fuera de su control, entonces tenían el doble

[247] Uher y McGuffin, «The moderation», y Robinson, Grozinger y Whitfield, «Sociogenomics».
[248] Caspi, Sugden, Moffitt et al., «Influence of life stress on depression».

de probabilidades de deprimirse que los que portaban la combinación largo/largo.

Un segundo estudio abordó un tema que preocupa profundamente a la sociedad: el hecho de que quienes han sufrido abusos por parte de sus padres tienden también a practicarlos. Es algo que mucha gente cree, ¿pero es cierto? ¿Y tiene algo que ver el tipo de gen que lleva el niño? Lo que llamó la atención de los investigadores fue el hecho de que algunos niños que habían sufrido abusos se volvían violentos de jóvenes, y otros no. Cuando todos los factores evidentes estaban controlados, los datos afirmaban que el abuso infantil, en sí mismo, no predecía cómo acabaría siendo una persona. Pretendiendo comprender la diferencia entre aquellos que perpetúan la violencia y los que no, Caspi y sus colegas descubrieron que un pequeño cambio en la expresión de un gen particular diferenciaba a esos niños.[249] Los niños que tenían una baja expresión del gen era más probable que desarrollaran trastornos de conducta y se convirtieran en criminales violentos de adultos. Sin embargo, aumentaba la probabilidad de que ello ocurriera si los niños habían sufrido abusos. Si albergaban las formas «malas» del gen, pero no habían sufrido abusos, era poco probable que los acabaran cometiendo. Y si eran portadores de las formas «buenas», entonces ni siquiera una infancia sometidos a graves maltratos los llevaba a perpetuar ese ciclo de violencia.

[249] Caspi, McClay, Moffitt et al., «Role of genotype». El cambio genético que descubrieron se daba en la región promotora del gen que codifica la monoaminooxidasa A (MAO-A). La MAO-A es una molécula que modifica dos neurotransmisores fundamentales para la regulación del estado de ánimo y la emoción: la noradrenalina y la serotonina.



Predisposición en los genes. ¿Por qué las experiencias estresantes conducen a una depresión en algunos individuos y en otros no? Podría tratarse de una predisposición genética. De Caspi et al., Science*, 2003.*

Un tercer ejemplo procede de la observación de que fumar cannabis (marihuana) de adolescente aumenta la probabilidad de desarrollar psicosis de adulto. Pero esta relación es cierta para algunas personas, y no para otras. Llegados a este punto, supongo que intuye cuál es mi conclusión: que uno sea susceptible a ello o no depende de la variación genética. Con una combinación de alelos, existe un fuerte vínculo entre el uso del cannabis y la psicosis de adulto; con otra combinación, el vínculo es débil.[250]

De manera parecida, los psicólogos Angela Scarpa y Adrian Raine midieron las diferencias en la función cerebral entre personas a las que les habían diagnosticado un trastorno de personalidad

[250] Caspi, Moffitt, Cannon et al., «Moderation». En este caso, el vínculo es un pequeño cambio en el gen que codifica el catecol-O-metiltransferasa (COMT).

antisocial, un síndrome caracterizado por una total indiferencia a los sentimientos y derechos de los demás, y que es muy frecuente entre la población criminal. Los investigadores descubrieron que la probabilidad de que se diera el trastorno de personalidad antisocial era mayor cuando las anormalidades cerebrales se *combinaban* con un historial de experiencias adversas.[251] En otras palabras, si tenemos problemas cerebrales pero nos educan en un buen lugar, podemos acabar siendo una persona normal. Si nuestro cerebro está bien pero nuestro hogar es horrible, sigue siendo posible que acabemos siendo personas normales. Pero si padecemos un leve daño cerebral y acabamos teniendo un entorno hogareño malo, tenemos todos los números para acabar con una sinergia muy desafortunada.

Estos ejemplos demuestran que ni la biología sola ni el entorno solo determinan el producto final de la personalidad.[252] Cuando se trata de enfrentar la genética y el ambiente, la respuesta es que casi siempre influyen ambos.

Como hemos visto en el capítulo anterior, uno no elige ni su genética ni el ambiente donde se cría, y mucho menos la interacción de ambos. Heredamos un programa genético y aparecemos en un

[251] Scarpa y Raine, «The psychophysiology of antisocial behaviour».

[252] ¿Es posible que comprender las interacciones entre los genes y el entorno pueda producir enfoques preventivos? Pensemos en lo siguiente: ¿deberíamos modificar los genes una vez los hayamos comprendido? Hemos visto que no todo el mundo que sufre maltratos infantiles acaba cometiendo actos violentos cuando es adulto. Históricamente, los sociólogos se han centrado en experiencias sociales que pudieran proteger a algunos niños (por ejemplo, ¿podemos rescatar a los niños de un hogar donde sufren abusos y criarlos en un entorno seguro y afectuoso?). Pero lo que todavía no se ha explorado es el papel protector de los genes; es decir, si los genes pueden proteger contra los ataques medioambientales. Aunque en la actualidad esta idea es ciencia ficción, no pasará mucho tiempo antes de que alguien proponga una terapia genética para dichas situaciones: una vacuna contra la violencia.

mundo que no podemos elegir y en el que pasamos nuestros años más formativos. Ésta es la razón por la que la gente acaba teniendo maneras muy distintas de ver el mundo, personalidades diferentes y capacidades de decisión variada. Esto no se elige; es la mano de cartas que nos reparten al nacer. En el capítulo anterior pretendía subrayar la dificultad de asignar la responsabilidad bajo dichas circunstancias. Lo que quiero poner de relieve en este capítulo es el hecho de que la maquinaria que compone quiénes somos no es sencilla, y que la ciencia tampoco está a punto de comprender cómo construir una mente a partir de piezas y partes distintas. Sin duda, la mente y la biología están relacionadas, pero no de la manera que podemos esperar comprender con un enfoque puramente reduccionista.

El reduccionismo es engañoso por dos razones. En primer lugar, como acabamos de ver, la insondable complejidad de las interacciones de los genes y el entorno implica que estamos muy lejos de comprender cómo acabará siendo cualquier individuo, teniendo en cuenta sus experiencias vitales, sus conversaciones, abusos, alegrías, comidas ingeridas, drogas recreativas, medicamentos recetados, pesticidas, experiencia educativa, etc. Es algo demasiado complejo, y probablemente seguirá siéndolo.

En segundo lugar, aun cuando sea cierto que estamos atados a nuestras moléculas, proteínas y neuronas –tal como nos indican sin lugar a dudas las apoplejías, las hormonas, las drogas y los microorganismos–, la lógica no infiere de ello que la mejor manera de describir a los humanos sea como un compuesto de piezas y

partes. El reduccionismo extremo de que *no somos más* que las células de las que estamos compuestos conduce a un callejón sin salida a todo aquel que intente comprender el comportamiento humano. Sólo porque un sistema esté hecho de piezas y partes, y sólo porque esas piezas y partes sean fundamentales para que funcione el sistema, no significa que las piezas y partes constituyan la descripción más correcta.

¿Por qué, pues, para empezar, tuvo tanto éxito el reduccionismo? Para comprenderlo sólo tenemos que examinar sus raíces históricas. En siglos recientes, quienes reflexionaban acerca del mundo contemplaron el desarrollo de la ciencia determinista en forma de las ecuaciones deterministas de Galileo, Newton y otros. Los científicos estiraban resortes, hacían rodar bolas y dejaban caer pesas, y cada vez eran más capaces de predecir con ecuaciones sencillas qué harían los objetos. En el siglo XIX, Pierre-Simon Laplace había propuesto que si uno podía conocer la posición de cada partícula del universo, entonces podía, a base de cálculos, conocer todo el futuro (y resolver las ecuaciones en la otra dirección para conocer todo el pasado). Este éxito histórico constituye el núcleo del reduccionismo, que esencialmente propone que todo lo que es grande se puede comprender descomponiéndolo en piezas cada vez más pequeñas. Desde esta perspectiva, todas las flechas del entendimiento apuntan a los niveles más pequeños: los humanos se pueden comprender en términos biológicos, la biología en el lenguaje de la química, y la química en las ecuaciones de la

física atómica. El reduccionismo ha sido el motor de la ciencia desde antes del Renacimiento.

Pero el reduccionismo no es la perspectiva adecuada para todo, y desde luego no explica las relaciones entre el cerebro y la mente. Y ello se debe a un rasgo conocido como la *emergencia*.[253] Cuando juntas un gran número de piezas y partes, la totalidad puede ser a veces más grande que la suma. Ninguna de las piezas metálicas de un avión posee la propiedad de *volar*, pero cuando se ensamblan de la manera adecuada, el resultado levanta el vuelo. Una fina barra metálica no te servirá de gran cosa si intentas controlar a un jaguar, pero varias colocadas en paralelo poseen la propiedad de la *contención*. El concepto de las propiedades emergentes significa que se puede introducir algo nuevo que no es inherente a ninguna de las partes.

Pongamos otro ejemplo: imagine que es un urbanista que debe trazar una autopista y necesita comprender el tráfico de su ciudad: dónde tienden a amontonarse los coches, dónde acelera la gente y cuáles son los cruces más peligrosos. No le llevará mucho tiempo darse cuenta de que para comprender todos estos asuntos necesitará un modelo psicológico de los propios conductores. Perdería el trabajo si propusiera estudiar la longitud de las tuercas y la eficacia de combustión de las bujías de los motores. Se trata de un nivel de descripción erróneo para comprender los atascos de tráfico.

[253] Kauffman, *Reinventing the Sacred*.

Lo cual no quiere decir que las piezas pequeñas no importen: claro que importan. Como hemos visto en el caso del cerebro, añadir narcóticos, cambiar los niveles de neurotransmisores, o mutar los genes puede alterar de manera radical la esencia de una persona. De manera parecida, si modificamos las tuercas y las bujías, los motores funcionan de manera despareja, los coches van más lentos o más rápidos, y es posible que otros coches choquen con ellos. Así pues, la conclusión es evidente: aunque el flujo del tráfico depende de la integridad de las partes, no es de ningún modo significativo *equivalente* a las partes. Si quiere saber por qué *Los Simpson* es divertido, no conseguirá gran cosa estudiando los transistores y condensadores que hay detrás de su televisión de pantalla de plasma. Puede que consiga distinguir las partes electrónicas en gran detalle y probablemente aprenda algo de electricidad, pero, a la hora de comprender la hilaridad, estará igual que antes. Poder ver *Los Simpson* depende completamente de la integridad de los transistores, pero las partes en sí mismas no son divertidas. De manera parecida, aunque la mente depende de la integridad de las neuronas, las neuronas no piensan por sí solas.

Y ello nos obliga a reconsiderar cómo elaborar una explicación científica del cerebro. Si consiguiéramos determinar toda la física de las neuronas y sus componentes químicos, ¿nos diría eso algo de la mente? Probablemente no. No creo que el cerebro transgreda las leyes de la física, pero eso no significa que las ecuaciones que describen las detalladas interacciones bioquímicas sean el nivel de descripción correcto. Tal como lo expresa el teórico de la

complejidad Stuart Kauffman: «Una pareja de enamorados que camina por la orilla del Sena es, en realidad, una pareja de enamorados que camina por la orilla del Sena, no meras partículas en movimiento.»

Una teoría significativa de la biología humana no se puede reducir a química y física, sino que más bien se ha de comprender en su propio vocabulario de la evolución, la competencia, la recompensa, el deseo, la reputación, la avaricia, la amistad, la confianza, el hambre, etc.; de la misma manera que el flujo de tráfico no se comprenderá sólo con el vocabulario de las tuercas y bujías, sino en términos de límites de velocidad, horas punta, violencia vial y gente que quiere llegar a su casa lo antes posible para estar con su familia cuando acaba la jornada laboral.

Hay otra razón por la que las piezas y partes nerviosas no serán suficientes para comprender cabalmente la experiencia humana: su cerebro no es el único jugador biológico que interviene en la partida de determinar quién es. El cerebro mantiene una constante comunicación de ida y vuelta con los sistemas endocrino e inmunológico, una comunicación que se podía considerar el «sistema nervioso superior». Este sistema nervioso superior es, a su vez, inseparable de los entornos químicos que influyen en su desarrollo, incluyendo la nutrición, la pintura con plomo, los contaminantes en la atmósfera, etc. Y usted forma parte de una compleja red social que cambia su biología con cada interacción, y que sus acciones, a su vez, pueden transformar. Gracias a ello resulta interesante contemplar las fronteras: ¿cómo deberíamos

definir el *yo*? ¿Dónde comienza uno y dónde acaba? La única solución es considerar el cerebro como la concentración más densa de *yoidad*. Es la cúspide de la montaña, pero no es toda la montaña. Cuando hablamos del «cerebro» y el comportamiento, se trata de una etiqueta abreviada para algo que incluye aportaciones de un sistema sociobiológico mucho más amplio.[254] El cerebro no es tanto el asiento de la mente como el centro de la mente.

Así pues, vamos a resumir dónde estamos. Seguir una calle unidireccional hacia lo muy pequeño es el error que cometen los reduccionistas y es la trampa que queremos evitar. Cada vez que vea una afirmación abreviada como «usted es su cerebro», no piense que quiere dar a entender que la neurociencia concebirá el cerebro sólo como una inmensa constelación de átomos o como extensas junglas de neuronas. El futuro de comprender la mente reside, más bien, en descifrar las pautas y la actividad que habitan *en lo alto de* la sustancia cerebral, pautas dirigidas tanto por maquinaciones internas como por interacciones con el mundo que nos rodea. Los laboratorios de todo el mundo trabajan para averiguar cómo comprender la relación entre la materia física y la experiencia subjetiva, pero estamos lejos de resolver ese problema.

* * * *

A principios de la década de 1950, el filósofo Hans Reichenbach afirmó que la humanidad estaba a punto de alcanzar una

[254] En *Lifelines*, el biólogo Steven Rose señala que «la ideología reduccionista no sólo impide que los biólogos piensen de manera adecuada en los fenómenos que deseamos comprender: también tiene dos consecuencias sociales importantes: sirve para trasladar los problemas sociales al individuo (...) más que para explorar las raíces sociales y los determinantes de un fenómeno; y, segundo, desvía la atención y los recursos de lo social a lo molecular».

explicación completa, científica y objetiva del mundo: una «filosofía científica».[255] Eso fue hace sesenta años. ¿La hemos alcanzado? En todo caso, todavía no.

De hecho, estamos muy lejos. Pero algunos actúan como si la ciencia estuviera a punto de comprenderlo todo. De hecho, los científicos soportan una gran presión –aplicada por las agencias que otorgan subvenciones y los medios de comunicación por igual– para que finjan que los problemas importantes están a punto de resolverse en cualquier momento. Pero lo cierto es que nos enfrentamos a un campo lleno de interrogantes, y este campo se extiende hasta el infinito.

Lo que hay que pedir es franqueza cuando se exploran estos temas. Como ejemplo, el campo de la mecánica cuántica incluye el concepto de *observación*: cuando un observador mide la localización de un fotón, eso hace que el estado de una partícula adquiera una posición concreta, mientras que hace un momento había infinidad de estados posibles. ¿Qué es exactamente la *observación*? ¿Acaso la mente humana interactúa con la materia del universo?[256] Se trata de un problema científico totalmente sin resolver, que proporcionará

---

[255] Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy*.

[256] A la hora de establecer una relación entre la neurociencia y la mecánica cuántica, uno de los escollos es el hecho de que el tejido cerebral está más o menos a trescientos grados Kelvin y en constante interacción con su entorno inmediato: en estas condiciones no es probable que se den interesantes comportamientos cuánticos como el entrelazamiento. Sin embargo, la brecha entre los dos campos comienza a cerrarse, y los científicos de ambos bandos intentan tender la mano a través de la separación. Además, ahora está claro que la fotosíntesis opera con principios de mecánica cuántica más o menos en esa misma horquilla de temperatura, lo que además indica la probabilidad de que la Madre Naturaleza, tras haber descubierto cómo explotar sus trucos en un campo, los explote en otro. Para más información acerca de la posibilidad de efectos cuánticos en el cerebro, véase Koch y Hepp, «Quantum mechanics», o Macgregor, «Quantum mechanics and brain uncertainty».

un punto de encuentro crítico entre la física y la neurociencia. Hoy en día casi todos los científicos abordan los dos temas por separado, y la triste verdad es que los investigadores que intentan analizar con más profundidad las relaciones entre ambas a menudo acaban marginados. Muchos científicos se burlan de ello afirmando algo así como: «La mecánica cuántica es misteriosa, y la conciencia es misteriosa; por tanto, deben de ser lo mismo.» Esa actitud desdeñosa es mala para la disciplina. Para hablar con claridad, no estoy afirmando que exista ninguna relación entre la mecánica cuántica y la conciencia. Lo único que digo es que *podría* haber una conexión, y que un prematuro rechazo no va con el espíritu de la investigación y el progreso científicos. Cuando la gente afirma que la función del cerebro puede explicarse completamente mediante la física clásica, es importante reconocer que eso no es más que una afirmación: es difícil saber, en cualquiera época de la ciencia, qué piezas del puzle estamos pasando por alto.

Como ejemplo, mencionaré lo que denomino la «teoría de la radio» del cerebro. Imagine que es usted un bosquimano del Kalahari y que se topa con una radio de transistores en la arena. Puede que la coja, haga girar los botones y de repente, para su sorpresa, oiga voces brotando de esa extraña cajita. Si es usted curioso y tiene una mente científica, puede que intente averiguar qué ocurre. Puede que levante la tapa trasera y descubra un nido de alambres. Pongamos que ahora comienza un estudio concienzudo y científico de qué provoca las voces. Observa que cada vez que desconecta el cable verde, las voces callan. Cuando vuelve a conectar el cable, se

vuelven a oír las voces. Lo mismo ocurre con el alambre rojo. Si tira del alambre negro las voces se vuelven embrolladas, y si elimina el alambre amarillo el volumen se reduce a un susurro. Lentamente lleva a cabo todo tipo de combinaciones, y llega a una conclusión clara: las voces se basan por completo en la integridad del circuito. Al cambiar el circuito, se deterioran las voces.

Orgulloso de sus nuevos descubrimientos, dedica su vida a desarrollar una ciencia de cómo ciertas configuraciones de cables crean la existencia de voces mágicas. En cierto momento, un joven le pregunta *cómo* es posible que algunos circuitos de señales eléctricas puedan engendrar música y conversaciones, y usted admite que no lo sabe, pero insiste en que su ciencia está a punto de desentrañar el problema en cualquier momento.

Sus conclusiones se ven limitadas por el hecho de que no sabe absolutamente nada de las ondas de radio ni, en general, de la radiación electromagnética. El hecho de que en ciudades lejanas existan estructuras llamadas repetidores de radio –cuyas señales perturban las ondas invisibles que viajan a la velocidad de la luz– le resulta algo tan ajeno que ni siquiera se le pasaría por la cabeza. No puede saborear las ondas de radio, no puede verlas, no puede olerlas, y no tiene ninguna razón acuciante para ser lo bastante creativo como para ponerse a fantasear acerca de ellas. Y si soñara con ondas invisibles de radio que transportan voces, ¿a quién podría convencer de su hipótesis? No posee ninguna tecnología para demostrar la existencia de las ondas, y cualquiera le señalará, con razón, que tiene la responsabilidad de convencer a los demás.

Así, acabaría convirtiéndose en un materialista de la radio. Concluiría que de alguna manera la configuración correcta de cables engendra música clásica y conversación inteligente. No se daría cuenta de que le falta una pieza enorme del puzle.

No estoy afirmando que el cerebro sea como una radio –es decir, que seamos receptáculos que captan señales de otro lugar y que nuestros circuitos nerviosos necesiten estar en el lugar que les corresponde para captarlas–, pero sí digo que *podría* ser cierto. En nuestra ciencia actual no hay nada que lo desmienta. Con lo poco que sabemos en este momento, debemos conservar conceptos como éste en el gran archivador de las ideas ni aceptadas ni descartadas. Así que incluso aunque pocos científicos diseñen experimentos en torno a hipótesis excéntricas, siempre hay que proponer ideas y manejarlas como posibilidades hasta que las pruebas las confirmen o desmientan.

Los científicos a menudo hablan de parsimonia (como en «la explicación más sencilla es probablemente la correcta», también conocida como la navaja de Occam), pero no deberíamos dejarnos seducir por la aparente elegancia del argumento de la parsimonia; esta línea de razonamiento ha fracasado en el pasado al menos tantas veces como ha triunfado. Por ejemplo, es más parsimonioso suponer que el sol gira alrededor de la Tierra, que los átomos a la escala más pequeña operan según las mismas reglas que siguen los objetos a mayor escala, y que lo que percibimos es lo que hay ahí fuera. Todas estas posiciones fueron defendidas durante mucho tiempo por argumentos derivados de la parsimonia, y todas eran

erróneas. En mi opinión, la argumentación de la parsimonia no es ninguna argumentación, y para lo único que sirve es para acallar discusiones más interesantes. Si la historia nos ha de servir de guía, nunca es buena idea suponer que un problema científico está acotado.

En este momento de la historia, la mayor parte de la comunidad neurocientífica suscribe el materialismo y el reduccionismo, y postula el modelo según el cual se nos puede comprender como un conjunto de células, vasos sanguíneos, hormonas, proteínas y fluidos, materiales todos ellos que siguen las leyes básicas de la química y la física. Cada día los neurocientíficos entran en el laboratorio y trabajan con el supuesto de que si comprenden lo suficiente las piezas y partes, comprenderán la totalidad. Este enfoque de descomponerlo todo hasta las mínimas partes es el mismo método que se ha utilizado con éxito en la física, la química y la ingeniería inversa de dispositivos electrónicos.

Pero no tenemos ninguna garantía real de que este enfoque funcione en la neurociencia. El cerebro, con su experiencia privada y subjetiva, no se parece a ninguno de los problemas que hemos abordado hasta ahora. Cualquier neurocientífico que diga que tiene el problema acotado no entiende su complejidad. Tenga en cuenta que todas las generaciones anteriores han actuado bajo el supuesto de que poseían todas las herramientas importantes para comprender el universo, y todas se equivocaban, sin excepción. Imagine que intenta construir una teoría del arco iris antes de comprender la óptica, o intenta comprender el rayo antes de

conocer la electricidad, o abordar la enfermedad de Parkinson antes de descubrir los neurotransmisores. ¿Parece razonable pensar que somos los primeros que han tenido la suerte de nacer en la generación perfecta, una generación que por fin ha alcanzado una ciencia integral? ¿O parece más probable creer que dentro de cien años la gente pensará en nosotros y se preguntará cómo podíamos vivir ignorando lo que ellos saben? Al igual que los ciegos del capítulo 4, no experimentamos ningún enorme agujero negro allí donde nos falta información; lo que ocurre es que no apreciamos que falte nada.[257]

No estoy diciendo que el materialismo sea incorrecto, ni siquiera que espero que sea incorrecto. Después de todo, incluso un universo materialista sería brutalmente asombroso. Imaginemos por un momento que no somos nada más que el producto de miles de millones de años de moléculas que se juntan a través de la selección natural, que sólo estamos compuestos de autopistas de fluidos y productos químicos que recorren carreteras en el interior de miles de millones de células en movimiento, que millones de conversaciones sinápticas discurren en paralelo, y que esa enorme estructura en forma de huevo de circuitos de un micrón de espesor sigue algoritmos inimaginables en la ciencia moderna, y que esos

[257] A veces somos lo bastante afortunados para entrever lo que nos perdemos. Por ejemplo, Albert Einstein tenía la certeza de que estábamos atascados en nuestros filtros psicológicos por lo que se refería a la comprensión del paso del tiempo. Einstein escribió lo siguiente a la hermana de su mejor amigo, Michele Besso, tras la muerte de Besso: «Michele se me ha adelantado un poco a la hora de dejar este extraño mundo. No es nada importante. Para los que somos físicos convencidos, la distinción entre pasado, presente y futuro no es más que una ilusión, aunque persistente», correspondencia Einstein-Besso, editada por Pierre Speziali (París: Hermann, 1972), 537-539.

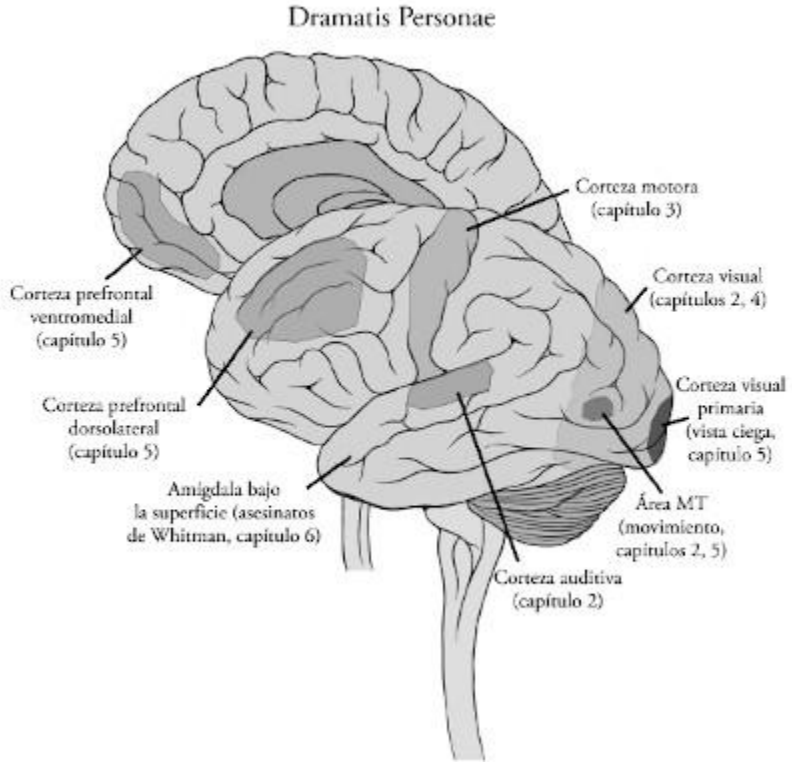
programas nerviosos dan lugar a nuestra toma de decisiones, amores, deseos miedos y aspiraciones. Para mí, esta descripción sería una experiencia luminosa, mejor que cualquier otra propuesta en ningún texto sagrado. Lo que existe más allá de los límites de la ciencia es una cuestión que tendrán que dilucidar las futuras generaciones; pero si todo se limitara a un estricto materialismo, sería suficiente.

A Arthur C. Clarke le encantaba señalar que cualquier tecnología lo bastante avanzada es indistinguible de la magia. El destronamiento del centro de nosotros mismos no me parece deprimente; me parece mágico. Hemos visto en este libro que todo lo que está contenido en las bolsas biológicas de fluido que llamamos *nosotros* supera tanto nuestra intuición, nuestra capacidad de pensar en escalas tan amplias de interacción y nuestra introspección, que se lo puede calificar de pleno derecho como «algo que nos supera». La complejidad del sistema que somos es tan inmensa que no se puede distinguir de la tecnología mágica de Clarke. Como suele decirse en broma: si nuestro cerebro fuera lo bastante simple como para que lo entendiéramos, no seríamos lo bastante inteligentes para comprenderlo.

Del mismo modo que el cosmos es más vasto de lo que imaginábamos, nosotros mismos somos más grandes de lo que hemos intuido mediante la introspección. Todavía estamos entendiendo la vastedad del espacio interior. Este cosmos interno, oculto e íntimo impone sus propias metas, sus imperativos y su lógica. Vemos el cerebro como un órgano ajeno y extravagante, sin

embargo sus detallados circuitos esculpen el paisaje de nuestras vidas interiores. Qué obra maestra tan desconcertante es el cerebro, y qué suerte tenemos al pertenecer a una generación que posee la tecnología y la voluntad para poder estudiarlo. Es lo más asombroso que hemos descubierto en el universo, y es nosotros.

Apéndice


Dramatis Personae
Corteza motora
(capítulo 3)
Corteza visual
(capítulos 2, 4)
Corteza visual
primaria
(vista ciega,
capítulo 5)
Área MT
(movimiento,
capítulos 2, 5)
Corteza auditiva
(capítulo 2)
Amígdala bajo
la superficie (asesinatos
de Whitman, capítulo 6)
Corteza prefrontal
dorsolateral
(capítulo 5)
Corteza prefrontal
ventromedial
(capítulo 5)

Agradecimientos

Mucha gente me ha inspirado durante la redacción de este libro. En el caso de algunos, sus átomos se separaron antes de que los míos se juntaran, por lo que puede que haya heredado algunos de los suyos, aunque lo más importante es que tuve la suerte de heredar las ideas que dejaron a su paso como si fueran mensajes en una botella. También he tenido la suerte de haber nacido en la misma época que una red de personas enormemente inteligentes que comenzaron con mis padres, Arthur y Cirel, siguió con mi director de tesis, Read Montague, y continuó con mentores como Terry Sejnowski y Francis Crick, del Instituto Salk. Disfruto diariamente de la inspiración de colegas, alumnos y amigos como Jonathan Downar, Brett Mensh, Chess Stetson, Don Vaughn, Abdul Kudrath y Brian Rosenthal, por nombrar unos pocos. Agradezco a Dan Frank y a Nick Davies su experta asesoría editorial, y a Tina Borja y a todos los alumnos de mi laboratorio su lectura detallada; entre estos alumnos quiero mencionar a Tommy Sprague, Steffie Tomson, Ben Bumann, Brent Parsons, Mingbo Cai y Daisy Thomson-Lake. Doy las gracias a Jonathan D. Cohen por un seminario que impartió y dio forma a algunas de las ideas del capítulo 5. Gracias a Shaunagh Darling Robertson por sugerir el título de *Incógnito*. También doy gracias porque mis libros cuenten con una plataforma de lanzamiento de la solidez de la Wylie Agency, que incluye al portentoso Andrew Wylie, a la excepcional Sarah Chalfant y a sus competentes colaboradores. Le estoy profundamente agradecido a

mi primera agente, Jane Gelfman, por creer en mí y en este libro desde el principio. Le doy las gracias a Jamie Byng por su ilimitado entusiasmo y profundo apoyo. Finalmente quiero expresar mi gratitud a mi esposa Sarah por su amor, humor y apoyo. El otro día vi un cartel que simplemente decía FELICIDAD, y comprendí que Sarah era mi instantáneo titular mental. Bajo el dosel de mi bosque cerebral, la felicidad y Sarah se han convertido sinápticamente en sinónimos, y agradezco su presencia en mi vida.

* * * *

A lo largo de este libro encontrará a menudo que el narrador utiliza el nosotros en lugar del yo. Lo he hecho así por tres razones. Primero, al igual que con cualquier libro que sintetiza grandes corpus de conocimientos, colaboro con miles de científicos e historiadores en el curso de los siglos. Segundo, la lectura de un libro debería ser una colaboración activa entre lector y escritor. Tercero, nuestros cerebros están compuestos de vastos, complejos y cambiantes conjuntos de sub partes, de las que tenemos acceso a muy pocas; este libro ha sido escrito a lo largo de varios años por varias personas distintas, todas las cuales recibían el nombre de David Eagleman, pero que eran un tanto distintas a cada hora que pasaba.

Bibliografía

- ABEL, E. 2010. «Influence of names on career choices in medicine». *Names: A Journal of Onomastics*, 58 (2): 65-74.
- AHISSAR, M., y S. HOCHSTEIN. 2004. «The reverse hierarchy theory of visual perceptive learning». *Trends in Cognitive Sciences*, 8 (10): 457-564.
- ALAIS, D., y D. BURR. 2004. «The ventriloquist effect results from nearoptimal bimodal integration». *Current Biology*, 14: 257-262.
- ALLAN, M. D. 1958. «Learning perceptual skills: The Sargeant system of recognition training». *Occupational Psychology*, 32: 245-252.
- AQUINO, TOMÁS DE. 1267-1273. *Summa theologiae,* trad. de los Padres de la Provincia Dominicana inglesa. Westminster: Christian Classics, 1981. [Ed. esp.: *Summa theologiae*. Madrid: Biblioteca de autores cristianos.]
- ARWAS, S., A. ROLNICK y R. E. LUBOW. 1989. «Conditioned taste aversion in humans using motion-induced sickness as the US». *Behaviour Research and Therapy*, 27 (3): 295-301.

- BACH-Y-RITA, P. 2004. «Tactile sensory substitution studies». *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1013: 83-91.
- BACH-Y-RITA, P., C. C. COLLINS, F. SAUNDERS, B. WHITE y L. SCADDEN. 1969. «Vision substitution by tactile image projection». *Nature*, 221: 963-964.

- BACH-Y-RITA, P., K. A. KACZMAREK, M. E. TYLERy J. GARCIALARA. 1998. «Form perception with a 49-point electrotactile stimulus array on the tongue». *Journal of Rehabilitation Research Development,* 35: 427-430.
- BAIRD, A. A., y J. A. FUGELSANG. 2004. «The emergence of consequential thought: evidence from neuroscience». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 359: 1797-1804.
- BAKER, C. L. Jr., R. F. HESS y J. ZIHL. 1991. «Residual motion perception in a "motion-blind" patient, assessed with limited lifetime random dot stimuli». *Journal of Neuroscience,* 11 (2): 454-461.
- BARKOW, J., L. COSMIDES y J. TOOBY. 1992. *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*. Nueva York: Oxford University Press.
- BECHARA, A., A. R. DAMASIO, H. DAMASIO y S. W. ANDERSON. 1994. «Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex». *Cognition*, 50: 7-15.
- BECHARA, A., H. DAMASIO, D. TRANEL y A. R. DAMASIO. 1997. «Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy».*Science*, 275: 1293-1295.
- BEGG, I. M., A. ANAS y S. FARINACCI. 1992. «Dissociation of proceses in belief: Source recollection, statement familiarity, and the illusion of truth». *Journal of Experimental Psychology,* 121: 446-458.

- BELL, A. J. 1999. «Levels and loops: The future of artificial intelligence and neuroscience».*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 354 (1392): 20132020.
- BEM, D. J. 1972. «Self-perception theory». En*Advances in Experimental Social Psychology*, 6, ed. de L. Berkowitz, 1-62. Nueva York: Academic Press.
- BENEVENTO, L. A., J. FALLON, B. J. DAVIS y M. REZAK. 1977. «Auditory-visual interaction in single cells in the cortex of the superior temporal sulcus and the orbital frontal cortex of the macaque monkey». *Experimental Neurology*, 57: 849-872.
- BEZDJIAN, S., A. RAINE, L. A. BAKER y D. R. LYNAM. 2010. «Psychopathic personality in children: Genetic and environmental contributions». *Psychological Medicine*, 20: 1-12.
- BIEDERMAN, I., y M. M. SHIFFRAR. 1987. «Sexing day-old chicks». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13: 640-645.
- BIGELOW, H. J. 1850. «Dr. Harlow's case of recovery from the passage of an iron bar through the head». *American Journal of the Medical Sciences*, 20: 13-22. (Reeditado en Macmillan, *An Odd Kind of Fame.)*
- BINGHAM, T. 2004. Prefacio a un número especial sobre el derecho y el cerebro. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 359: 1659.
- BLACKMORE, S. J., G. BRELSTAFF, K. NELSON y T. TROSCIANKO. 1995. «Is the richness of our visual world an

illusion? Transsaccadic memory for complex scenes». *Perception*, 24: 1075-1081.

- BLAKEMORE, S. J., D. WOLPERT y C. FRITH. 2000. «Why can't you tickle yourself?»*Neuroreport*, 3 (11): R11-6.
- BLAKE, R., y N. K. LOGOTHETIS. 2006. «Visual competition». *Nature Reviews Neuroscience*, 3: 13-21.
- BRANDOM, R. B. 1998. «Insights and blindspots of reliabilism». *Monist*, 81: 371-392.
- BROOKS, D. N., y A. D. BADDELEY. 1976. «What can amnesic patients learn?»*Neuropsychologia*, 14: 111-129.
- BROOKS, R. A. 1986. «A robust layered control system for a mobile robot». *IEEE Journal of Robotics and Automation*, abril 14-23: RA-2.
- BROWN, G. 1911. «The intrinsic factors in the act of progression in the mammal». *Proceedings of the Royal Society of London B*, 84: 308-319.
- BROUGHTON, R., R. BILLINGS, R. CARTWRIGHT, D. DOUCETTE, J. EDMEADS, M. EDWARDH, F. ERVIN, B. ORCHARD, R. HILL y G. TURRELL. 1994. «Homicidal somnambulism: A case study». *Sleep*, 17 (3): 253-264.
- BUNNELL, B. N. 1966. «Amygdaloid lesions and social dominance in the hooded rat». *Psychonomic Science*, 6: 93-94.
- BURGER, J. M., N. MESSIAN, S. PATEL, A. DELPRADO y C. ANDERSON. 2004. «What a coincidence! The effects of incidental similarity on compliance». *Personality and Social Psychology Bulletin*, 30: 35-43.

- BURNS, J. M., y R. H. SWERDLOW. 2003. «Right orbitofrontal tumor with pedophilia symptom y constructional apraxia sign». *Archives of Neurology*, 60 (3): 437-440.

- CALVERT, G. A., E. T. BULLMORE, M. J. BRAMMERet al. 1997. «Activation of auditory cortex during silent lipreading». *Science*, 276: 593-596.
- CALVIN, W. H. 1996. *How Brains Think: Evolving Intelligence, Then and Now*. Nueva York: Basic Books. [Trad. esp.: *Cómo piensan los cerebros: la evolución de la inteligencia antes y ahora*. Madrid: Debate, 2001.]
- CARTER, R. 1998. *Mapping the Mind*. Berkeley: University of California Press.
- CASPI, A., J. MCCLAY, T. E. MOFFITT et al. 2002. «Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children». *Science*, 297: 851.
- CASPI, A., K. SUGDEN, T. E. MOFFITT et al. 2003. «Influence of life stress on depression: Moderation by a polymorphism in the 5-HTT gene». *Science*, 301: 386.
- CASPI, A., T. E. MOFFITT, M. CANNON et al. 2005. «Moderation of the effect of adolescent-onset cannabis use on adult psychosis by a functional polymorphism in the COMT gene: Longitudinal evidence of a gene environment interaction». *Biological Psychiatry*, 57: 1117-1127.

- CASPI, A., y T. E. MOFFITT. 2006. «Gene-environment interactions in psychiatry: Joining forces with neuroscience». *Nature Reviews Neuroscience*, 7: 583-590.
- CATTELL, J. M. 1886. «The time taken up by cerebral operations». *Mind*, 11: 220-242. —. 1888. «The psychological laboratory at Leipsic». *Mind*, 13: 37-51.
- CHANCE, B. 1962. *Ophthalmology*. Nueva York: Hafner.
- CHIU, P., B. KING CASAS, P. CINCIRIPINI, F. VERSACE, D. M. EAGLEMAN, J. LISINSKI, L. LINDSEY y S. LACONTE. 2009. «Real-time fMRI modulation of craving y control brain states in chronic smokers». Resumen presentado en la Society of Neuroscience, Chicago, Illinois.
- CHORVAT, T., y K. MCCABE. 2004. «The brain and the law». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 359: 1727-1736.
- CLEEREMANS, A. 1993. *Mechanisms of Implicit Learning*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- CLIFFORD, C. W., y M. R. IBBOTSON. 2002. «Fundamental mechanisms of visual motion detection: Models, cells y functions». *Progress in Neurobiology*, 68 (6): 409-437.
- COHEN, J. D. 2005. «The vulcanization of the human brain: A neural perspective on interactions between cognition y emotion». *Journal of Economic Perspectives*, 19 (4): 3-24.
- COHEN, N. J., H. EICHENBAUM, B. S. DEACEDO y S. CORKIN. 1985. «Different memory systems underlying

acquisition of procedural and declarative knowledge». *Annals of the New York Academy of Sciences,* 444: 54-71.

- COLLETT, T. S., y M. F. LAND. 1975. «Visual control of flight behaviour in the hoverfly Syritta pipiens». *Journal of Comparative Physiology*, 99: 1-66.
- COSMIDES, L., y J. TOOBY. 1992. *Cognitive Adaptions for Social Exchange*. Nueva York: Oxford University Press.
- CRICK, F. H. C., y C. KOCH. 1998. «Constraints on cortical y thalamic projections: The no-strong-loops hypothesis». *Nature*, 391 (6664): 245-250. —. 2000. «The unconscious homunculus». En*The Neuronal Correlates of Consciousness*, ed. de T. Metzinger, 103-110. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- CUI, X., D. YANG, C. JETER, P. R. MONTAGUE y D. M. EAGLEMAN. 2007. «Vividness of mental imagery: Individual variation can be measured objectively». *Vision Research*, 47: 474-478.
- CUMMINGS, J. 1995. «Behavioral and psychiatric symptoms associated with Huntington's disease». *Advances in Neurology*, 65: 179-188.
- CYTOWIC, R. E. 1998. *The Man Who Tasted Shapes*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- CYTOWIC, R. E., y D. M. EAGLEMAN. 2009. *Wednesday Is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- DAMASIO, A. R. 1985. «The frontal lobes». En *Clinical Neuropsychology*, ed. de K. M. Heilman y E. Valenstein, 339-375. Nueva York: Oxford University Press. —. 1994. *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. Nueva York: Putnam. [Ed. esp.: *El error de Descartes: La emoción, la razón y el cerebro humano*. Trad. de Joandomènec Ros. Barcelona: Crítica, 2004.] —. 1999. *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt.
- DAMASIO, A. R., B. J. EVERITT y D. BISHOP. 1996. «The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex». *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 351 (1346): 1413-1420.
- D'ANGELO, F. J. 1986. «Subliminal seduction: An essay on the rhetoric of the unconscious». *Rhetoric Review*, 4 (2): 160-171.
- DE GELDER, B., K. B. BOCKER, J. TUOMAINEN, M. HENSEN y J. VROOMEN. 1999. «The combined perception of emotion from voice and face: Early interaction revealed by human electric brain responses». *Neuroscience Letters*, 260: 133-136.
- DENNETT, D. C. 1991. *Consciousness Explained*. Boston: Little, Brown and Company. [Trad. esp.: *La conciencia explicada*. Barcelona: Paidós Ibérica, 1995.] —. 2003. *Freedom Evolves*. Nueva York: Viking Books. [Trad. esp.: *La evolución de la libertad*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2004.]

- DENNO, D. W. 2009. «Consciousness and culpability in American criminal law». *Waseda Proceedings of Comparative Law*, vol. 12, 115-126.
- DEVINSKY, O., y G. LAI. 2008. «Spirituality and religion in epilepsy». *Epilepsy Behaviour*, 12 (4): 636-643.
- DIAMOND, J. 1999. *Guns, Germs, and Steel*. Nueva York: Norton. [Trad. esp.: *Armas, gérmenes y acero*. Barcelona: Debate, 1995.]
- D'ORSI, G., y P. TINUPER. 2006. «"I heard voices...": From semiology, a historical review, and a new hypothesis on the presumed epilepsy of Joan of Arc». *Epilepsy and Behaviour*, 9 (1): 152-157.
- DULLY, H., y C. FLEMING. 2007. *My Lobotomy*. Nueva York: Crown.

- EADIE, M., y P. BLADIN. 2001. *A Disease Once Sacred: A History of the Medical Understanding of Epilepsy*. Nueva York: Butterworth-Heinemann.
- EAGLEMAN, D. M. 2001. «Visual illusions y neurobiology». *Nature Reviews Neuroscience*, 2 (12): 920-926. —. 2004. «The where and when of intention». *Science*, 303: 11441146. —. 2005. «The death penalty for adolescents». Entrevista en la cadena de televisión Univision. *Too Young To Die*? 24 de mayo. —. 2005. «Distortions of time during rapid eye movements». *Nature Neuroscience*, 8 (7): 850-851. —. 2006. «Will the internet save us from epidemics?» *Nature*, 441 (7093): 574. —.

2007. «Unsolved mysteries of the brain».*Discover*, agosto. —. 2008. «Human time perception and its illusions». *Current Opinion in Neurobiology*, 18 (2): 131-136. —. 2008. «Neuroscience and the law». *Houston Lawyer*, 16 (6): 36-40. —. 2008. «Prediction and postdiction: Two frameworks with the goal of delay compensation». *Brain and Behavioral Sciences*, 31 (2): 205-206. —. 2009. «America on deadline». *New York Times*. 3 de diciembre. —. 2009. «Brain time». *En What's Next: Dispatches from the Future of Science*, ed. de M. Brockman. Nueva York: Vintage Books. (Reeditado en Edge.org.) —. 2009. «The objectification of overlearned sequences: A largescale analysis of spatial sequence synesthesia». *Cortex*, 45 (10): 1266-1277. —. 2009. «Silicon immortality: Downloading consciousness into computers». En *What Will Change Everything?*, ed. de J. Brockman. Nueva York: Vintage Books. (Editado originalmente en Edge.org.) —. 2009. *Sum: Tales from the Afterlives*. Edimburgo: Canongate Books. [Trad. esp.:*Sum: cuarenta historias desde la otra vida*. Madrid: Espasa, 2010.] —. 2009. «Temporality, empirical approaches». En *The Oxford Companion to Consciousness*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. —. 2010. «Duration illusions and predictability». En *Attention and Time*, ed. de J. T. Coull y K. Nobre. Nueva York: Oxford University Press. —. 2010. «How does the timing of neural signals map onto the timing of perception?». En *Problems of Space and Time in Perception and Action*, ed. de R. Nijhawan. Cambridge, Reino Unido:

Cambridge University Press. —. 2010. «Synaesthesia». *British Medical Journal*, 340: b4616. —. 2011. «The Brain on Trial». *The Atlantic*, 308(1): 112-123. —. 2012. *Live-Wired: The Shape Shifting Brain*. Oxford: Oxford University Press.

- EAGLEMAN, D. M., M. A. CORRERO y J. SINGH. 2010. «Why neuroscience matters for a rational drug policy». *Minnesota Journal of Law, Science and Technology*. En prensa.
- EAGLEMAN, D. M., y J. DOWNAR. 2011. *Cognitive Neuroscience: A Principles-Based Approach*. Nueva York: Oxford University Press, de próxima aparición.
- EAGLEMAN, D. M., y M. A. GOODALE. 2009. «Why color synesthesia involves more than color». *Trends in Cognitive Sciences,* 13 (7): 288-292.
- EAGLEMAN, D. M., y A. O. HOLCOMBE. 2002. «Causality and the perception of time».*Trends in Cognitive Sciences*, 6 (8): 323-325.
- EAGLEMAN, D. M., J. E. JACOBSON y T. J. SEJNOWSKI. 2004. «Perceived luminance depends on temporal context». *Nature*, 428 (6985): 854-856.
- EAGLEMAN, D. M., A. D. KAGAN, S. N. NELSON, D. SAGARAM y A. K. SARMA, 2007. «A standardized test battery for the study of synesthesia*». Journal of Neuroscience Methods*, 159: 139-145.
- EAGLEMAN, D. M., y P. R. MONTAGUE. 2002. «Models of learning and memory». En *Encyclopedia of Cognitive Science*. Londres: Macmillan Press.

- EAGLEMAN, D. M., y V. PARIYADATH. 2009. «Is subjective duration a signature of coding efficiency?» *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364 (1525): 1841-1851.
- EAGLEMAN, D. M., C. PERSON y P. R. MONTAGUE. 1998. «A computational role for dopamine delivery in human decisionmaking». *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10 (5): 623-630.
- EAGLEMAN, D. M., y T. J. SEJNOWSKI. 2000. «Motion integration and postdiction in visual awareness». *Science*, 287 (5460): 2036-2038. —. 2007. «Motion signals bias position judgments: A unified explanation for the flash-lag, flash-drag, flash-jump and Frohlich effects». *Journal of Vision*, 7 (4): 1-12.
- EAGLEMAN, D. M., P. U. TSE, P. JANSSEN, A. C. NOBRE, D. BUONOMANO y A. O. HOLCOMBE. 2005. «Time and the brain: How subjective time relates to neural time». *Journal of Neuroscience*, 25 (45): 10369-10371.
- EBBINGHAUS, H. (1885) 1913. *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*, trad. de Henry A. Ruger y Clara E. Bussenius. Nueva York: Teachers College, Columbia University.
- EDELMAN, G. M. 1987. *Neural Darwinism. The Theory of Neuronal Group Selection*. Nueva York: Basic Books.
- EDELMAN, S. 1999. *Representation and Recognition in Vision*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. —. 2008. *Computing the Mind: How the Mind Really Works*. Oxford: Oxford University Press.

- ELLIOTT, R., R. J. DOLAN y C. D. FRITH. 2000. «Dissociable functions in the medial y lateral orbitofrontal cortex: Evidence from human neuroimaging studies». *Cerebral Cortex*, 10 (3): 308-317.
- EMERSON, R. W. (1883) 1984. *Emerson in His Journals*. Reimpresión, Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press.
- ERNST, M. O., y M. S. BANKS. 2002. «Humans Integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion». *Nature*, 415: 429-433.
- EVANS, J. S. 2008. «Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition».*Annual Review of Psychology,* 59: 255-278.
- EXNER, S. 1875. «Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Processe». *Pflüger's Archive: European Journal of Physiology,* 11: 403-432.

- FARAH, M. J. 2005. «Neuroethics: The practical and the philosophical». *Trends in Cognitive Sciences*, 9: 34-40.
- FAW, B. 2003. «Pre-frontal executive committee for perception, working memory, attention, long-term memory, motor control, and thinking: A tutorial review». *Consciousness and Cognition*, 12 (1): 83-139.
- FESTINGER, L. 1964. *Conflict, Decision, and Dissonance*. Palo Alto, California: Stanford University Press.

- FISHER, H. 1994. *Anatomy of Love: The Natural History of Mating, Marriage and Why We Stray*. Nueva York: Random House. [Trad. esp.: *Anatomía del amor*. Barcelona: Anagrama, 2007.]
- FREDERICK, S., G. LOEWENSTEIN y T. O'DONOGHUE. 2002. «Time discounting and time preference: A critical review». *Journal of Economic Literature*, 40: 351.
- FREEMAN, J. B., N. AMBADY, N. O. RULE y K. L. JOHNSON. 2008. «Will a category cue attract you? Motor output reveals dynamic competition across person construal». *Journal of Experimental Psychology: General*, 137 (4): 673-690.
- FREEMON, F. R. 1976. «A differential diagnosis of the inspirational spells of Muhammad the prophet of Islam». *Epilepsia*, 17 (4): 423-427.
- FREUD, S. 1927. *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud*. Volumen 21, *The Future of an Illusion*. Trad. de James Strachey. Londres: Hogarth Press, 1968. [Trad. esp.: En el volumen *Psicología de las masas*. Trad. de Luis López-Ballesteros. Madrid: Alianza, 1997.]
- FREUD, S., y J. BREUER. 1895. *Studien über Hysterie*. Leipzig: Franz Deuticke. [Trad. esp.: *Estudios sobre la histeria*. Trad. de Luis López-Ballesteros. Barcelona: RBA, 2002.]
- FRIEDMAN, R. S., D. M. MCCARTHY, J. FORSTER y M. DENZLER. 2005. «Automatic effects of alcohol cues on sexual attraction». *Addiction*, 100 (5): 672-681.

- FRITH, C., y R. J. DOLAN. 1997. «Brain mechanisms associated with topdown processes in perception». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352 (1358): 1221-1230.
- FULLER, J. L., H. E. ROSVOLD y K. H. PRIBRAM. 1957. «The effect on affective and cognitive behavior in the dog of lesions of the pyriformamygdala-hippocampal complex».*Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 50 (1): 89-96.
- FUSI, S., P. J. DREW y L. F. ABBOTT. 2005. «Cascade models of synaptically stored memories». *Neuron*, 45 (4): 599-611.

- GARLAND, B., ed. 2004. *Neuroscience and the Law: Brain, Mind, and the Scales of Justice*. Nueva York: Dana Press.
- GAZZANIGA, M. S. 1998. «The split-brain revisited». *Scientific American*, 279 (1): 35-39.
- GEBHARD, J. W., y G. H. MOWBRAY. 1959. «On discriminating the rate of visual flicker y auditory flutter». *American Journal of Experimental Psychology*, 72: 521-528.
- GLOOR, P. 1960. *Amygdala*. En *J. Field Handbook of Physiology*, ed. de H. W. Magoun y V. E. Hall, vol. 2, 1395-1420. Washington: American Physiological Society.
- GOLDBERG, E. 2001. *The Executive Brain: Frontal Lobes and the Civilized Mind*. Nueva York: Oxford University Press. [Trad. esp.: *El cerebro ejecutivo*. Barcelona: Crítica, 2008.]

- GOODENOUGH, O. R. 2004. «Responsibility and punishment: Whose mind? A response». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 359: 1805-1809.
- GOODWIN, D. KEARNS. 2005. *Team of Rivals: The Political Genius of Abraham Lincoln*. Nueva York: Simon & Schuster.
- GOULD, S. J. 1994. «The evolution of life on Earth». *Scientific American*, 271 (4): 91.
- GRAF, P., y D. L. SCHACTER. 1985. «Implicit and explicit memory for new associations in normal y amnesic subjects». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11: 501-518. —. 1987. «Selective effects of interference on implicit and explicit memory for new associations». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13: 45-53.
- GREENE, J., y J. COHEN. 2004. «For the law, neuroscience changes nothing and everything». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 359: 1775-1785.
- GREENE, J., L. NYSTROM, A. ENGELL, J. DARLEY y J. COHEN. 2004. «The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment». *Neuron*, 44 (2): 389-400.
- GREENWALD, A. G., D. E. MCGHEE y J. K. L. SCHWARTZ. 1998. «Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test». *Journal of Personality and Social Psychology*, 74: 1464-1480.
- GROSSBERG, S. 1980. «How does a brain build a cognitive code?» *Psychological Review*, 87 (1): 1-51.

- GRUSH, R. «The emulation theory of representation: Motor control, imagery, and perception». *Behavioral and Brain Sciences*, 27: 377-442.
- GUTNISKY, D. A., B. J. HANSEN, B. F. ILIESCU y V. DRAGOI. 2009. «Attention alters visual plasticity during exposure-based learning».*Current Biology*, 19 (7): 555-560.

- HAGGARD, P., y M. EIMER. 1999. «On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements». *Experimental Brain Research*, 126: 128-133.
- HAIDT, J. 2001. «The emotional dog and its rational tail: A social intuitionist approach to moral judgment». *Psychological Review*, 108: 814-834. —. 2007. «The new synthesis in moral psychology». *Science*, 316 (5827): 998.
- HARLOW, J. M. 1868. «Recovery from the passage of an iron bar through the head».*Publications of the Massachusetts Medical Society,* 2: 327-347. (Reeditado en Macmillan, *An Odd Kind of Fame.)*
- HARNAD, S. 1996. «Experimental analysis of naming behavior cannot explain naming capacity». *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 65: 262-264.
- HASHER, L., D. GOLDSTEIN y T. TOPPINO. 1977. «Frequency and the conference of referential validity». *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16: 107-112.
- HASSIN, R., J. S. ULEMAN y J. A. BARGH. 2004.*The New Unconscious*. Nueva York: Oxford University Press.

- HAWKINS, J., con S. BLAKESLEE. 2005. *On Intelligence*. Nueva York: Henry Holt. [Trad. esp.: *Sobre la inteligencia*. Madrid: Espasa, 2005.]
- HAYEK, F. A. 1952. *The Sensory Order: An Inquiry into the Foundations of Theoretical Psychology*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- HEIDELBERGER, M. 2004. *Nature from Within: Gustav Theodor Fechner and His Psychophysical Worldview*. Trad. de C. Klohr. Pittsburgh, Pennsylvania: University of Pittsburgh Press.
- HELMHOLTZ, H. VON. 1857-1867. *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Voss.
- HERBART, J. F. 1961. *Psychology as a Science, Newly Founded On Experience, Metaphysics and Mathematics*. En *Classics in Psychology*, ed. de Thorne Shipley. Nueva York: Philosophical Library.
- HOBSON, J. A., y R. MCCARLEY. 1977. «The brain as a dream state generator: An activation-synthesis hypothesis of the dream process». *American Journal of Psychiatry*, 134: 1335-1348.
- HOLCOMBE, A. O., N. KANWISHER y A. TREISMAN. 2001. «The midstream order deficit». *Perception and Psychophysics,* 63 (2): 322-329.
- HONDERICH, T. 2002. *How Free Are You? The Determinism Problem*. Nueva York: Oxford University Press. [Trad. esp.: ¿*Hasta qué punto somos libres*? Barcelona: Tusquets, 1995.]

- HORSEY, R. 2002. *The Art of Chicken Sexing*. University College London Working Papers in Linguistics.
- HUXLEY, J. 1946. *Rationalist Annual*, 87. Londres: C. A. Watts.

- INFORME AL GOBERNADOR. La catástrofe de Charles J. Whitman, Aspectos médicos. 8 de septiembre de 1966. Austin History Center. http://www.ci.austin.tx.us/library/ahc/whitmat.
- INGLE, D. 1973. «Two visual systems in the frog». *Science*, 181: 1053-1055.

- JACOBS, R., M. I. JORDAN, S. J. NOWLAN y G. E. HINTON. 1991. «Adaptive mixtures of local experts». *Neural Computation,* 3: 79-87.
- JACOBY, L. L., y D. WITHERSPOON. 1982. «Remembering without awareness».*Canadian Journal of Psychology*, 32: 300324.
- JAMES, W. 1890. *Principles of Psychology*. Nueva York: Henry Holt.
- JAMESON, K. A. 2009. «Tetrachromatic color vision». En *The Oxford Companion to Consciousness*, ed. de P. Wilken, T. Bayne y A. Cleeremans. Oxford: Oxford University Press.
- JAYNES, J. 1976. *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*. Boston: Houghton Mifflin.

- JOHNSON, M. H., y J. MORTON. 1991. «CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition». *Psychological Review*, 98 (2): 164-181.
- JONES, J. T., B. W. PELHAM, M. CARVALLO y M. C. MIRENBERG. 2004. «How do I love thee? Let me count the Js: Implicit egotism y interpersonal attraction». *Journal of Personality and Social Psychology,* 87 (5): 665-683.
- JONES, O. D. 2004. «Law, evolution, and the brain: Applications and open questions».*Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences,* 359: 1697-1707.
- JORDAN, M. I., y R. A. JACOBS. 1994. «Hierarchical mixtures of experts and the EM algorithm». *Neural Computation*, 6: 181214.
- JUNG, C. G., y A. JAFFÉ. 1965. *Memories, Dreams, Reflections*. Nueva York: Random House. [Trad. esp.: *Recuerdos, sueños, pensamientos*. Trad. de María Rosa Borrás Borrás. Barcelona: Seix Barral, 2002.]

- KAHNEMAN, D., y S. FREDERICK. 2002. «Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment». En *Heuristics and Biases*, ed. de T. Gilovich, D. Griffin y D. Kahneman, 49-81. Nueva York: Cambridge University Press.
- KAUFFMAN, S. A. 2008. *Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason, and Religion*. Nueva York: Basic Books.

- KAWATO, M. 1999. «Internal models for motor control y trajectory planning». *Current Opinion in Neurobiology*, 9: 718-727.
- KAWATO, M., K. FURUKAWA y R. SUZUKI. 1987. «A hierarchical neuralnetwork model for control and learning of voluntary movement».*Biological Cybernetics*, 57: 169-185.
- KELLY, A. E. 2002. *The Psychology of Secrets*. The Plenum Series in Social/Clinical Psychology. Nueva York: Plenum.
- KENNEDY, H. G., y D. H. GRUBIN. 1990. «Hot-headed or impulsive?» *British Journal of Addiction*, 85 (5): 639-643.
- KERSTEN, D., D. C. KNILL, P. MAMASSIAN e I. BÜLTHOFF. 1996. «Illusory motion from shadows». *Nature*, 279 (6560): 31.
- KEY, W. B. 1981. *Subliminal seduction: Ad Media's Manipulation of a Not So Innocent America*. Nueva York: New American Library.
- KIDD, B. 1894. *Social Evolution*. Nueva York y Londres: Macmillan.
- KIEHL, K. A. 2006. «A cognitive neuroscience perspective on psychopathy: Evidence for paralimbic system dysfunction». *Psychiatry Research*, 142 (2-3): 107-128.
- KITAGAWA, N., y S. ICHIHARA. 2002. «Hearing visual motion in depth». *Nature*, 416: 172-174.
- KLING, A., y L. BROTHERS. 1992. «The amygdala and social behavior». En *Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Dysfunction*, ed. de J. Aggleton. Nueva York: Wiley-Liss.

- KLÜVER, H., y P. C. BUCY. 1939. «Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys». *Archives of Neurology and Psychiatry*, 42: 979-1000.
- KOCH, C., y K. HEPP. 2006. «Quantum mechanics in the brain». *Nature*, 440 (7084): 611.
- KORNHUBER, H. H., y L. DEECKE. 1965. «Changes in brain potentials with willful and passive movements in humans: The readiness potential and reafferent potentials». *Pflüger's Archive*, 284: 1-17.
- KOSIK, K. S. 2006. «Neuroscience gears up for duel on the issue of brain versus deity».*Nature*, 439 (7073): 138.
- KURSON, R. 2007. *Crashing Through*. Nueva York: Random House.

- LACONTE, S., B. KING CASAS, J. LISINSKI, L. LINDSEY, D. M. EAGLEMAN, P. M. CINCIRIPINI, F. VERSACE y P. H. CHIU. 2009. «Modulating real time fMRI neurofeedback interfaces via craving and control in chronic smokers». Resumen presentado en la Organización para el Mapa del Cerebro Humano, San Francisco, California.
- LACQUANITI, F., M. CARROZZO y N. A. BORGHESE. 1993. «Planning and control of limb impedance». En *Multisensory Control of Movement*, ed. de A. Berthoz. Oxford: Oxford University Press.

- LALAND, K. L., y G. R. BROWN. 2002. *Sense and Nonsense: Evolutionary Perspectives on Human Behavior*. Nueva York: Oxford University Press.
- LANCHESTER, B. S., y R. F. MARK. 1975. «Pursuit and prediction in the tracking of moving food by a teleost fish (Acanthaluteres spilomelanurus)». *Journal of Experimental Biology*, 63 (3): 627-645.
- LAVERGNE, G. M. 1997. *A Sniper in the Tower: The True Story of the Texas Tower Massacre*. Nueva York: Bantam.
- LEIBNIZ, G. W. 1679. *De Progressione Dyadica, Pars I*. (Manuscrito fechado el 15 de marzo de 1679, publicado en facsímil (con traducción alemana) en *Herrn von Leibniz' Rechnung mit Null und Einz*, ed. de Erich Hochstetter y Hermann-Josef Greve, 46-47. Berlín: Siemens Aktiengesellschaft, 1966. Trad. inglesa de Verena Huber-Dyson, 1995.
- LEIBNIZ, G. W. 1704, publicado en 1765.*Nouveaux essais sur l'entendement humain*. Publicado en inglés en 1997: *New Essays on Human Understanding*, trad. de Peter Remnant y Jonathan Bennett. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. [Trad. esp.: *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*. Trad. de Javier Echevarría. Madrid: Alianza, 1992.]
- LEVIN, D. T., y D. J. SIMONS. 1997. «Failure to detect changes to atended objects in motion pictures». *Psychonomic Bulletin & Review*, 4 (4): 501-506.

- LEWIS, J. W., M. S. BEAUCHAMP y E. A. DEYOE. 2000. «A comparison of visual and auditory motion processing in human cerebral cortex». *Cerebral Cortex*, 10 (9): 873-888.
- LIBERLES, S. D., y L. B. BUCK. 2006. «A second class of chemosensory receptors in the olfactory epithelium». *Nature*, 442, 645-650.
- LIBET, B., C. A. GLEASON, E. W. WRIGHT y D. K. PEARL. 1983. «Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act». *Brain*, 106: 623-642.
- LIBET, B. 2000. *The Volitional Brain: Towards a Neuroscience of Free Will*. Charlottesville, Virginia: Imprint Academic.
- LIM, M., Z. WANG, D. OLAZABAL, X. REN, E. TERWILLIGER y L. YOUNG. 2004. «Enhanced partner preference in a promiscuous species by manipulating the expression of a single gene». *Nature*, 429: 754-757.
- LIVNAT, A., y N. PIPPENGER. 2006. «An optimal brain can be composed of conflicting agents». *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 103: 3198-3202.
- LLINÁS, R. 2002. *I of the Vortex*. Boston: MIT Press.
- LOE, P. R., y L. A. BENEVENTO. 1969. «Auditory-visual interaction in single units in the orbito-insular cortex of the cat». *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 26: 395-398.

- MACALUSO, E., C. D. FRITH y J. DRIVER. 2000. «Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention». *Science*, 289: 1206-1208.
- MACGREGOR, R. J. 2006. «Quantum mechanics and brain uncertainty». *Journal of Integrative Neuroscience*, 5 (3): 373-380.
- MACKNIK, S. L., M. KING, J. RANDI et al. 2008. «Attention and awareness in stage magic: Turning tricks into research». *Nature Reviews Neuroscience*, 9: 871-879.
- MACKAY, D. M. 1956. «The epistemological problem for automata». En *Automata Studies*, ed. de C. E. Shannon y J. McCarthy, 235-251. Princeton: Princeton University Press. —. 1957. «Towards an information-flow model of human behavior». *British Journal of Psychology*, 47: 30-43.
- MACLEOD, D. I. A., e I. FINE. 2001. «Vision after early blindness». Resumen. *Journal of Vision*, 1 (3): 470, 470a.
- MACMILLAN, M. 2000. *An Odd Kind of Fame: Stories of Phineas Gage*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- MACUGA, K. L., A. C. BEALL, J. W. KELLY, R. S. SMITH y J. M. LOOMIS. 2007. «Changing lanes: Inertial cues and explicit path information facilitate steering performance when visual feedback is removed». *Experimental Brain Research*, 178 (2): 141-150.
- MANNING, J. T., D. SCUTT, G. H. WHITEHOUSE, S. J. LEINSTER y J. M. WALTON. 1996. «Asymmetry and the

menstrual cycle in women». *Ethology and Sociobiology*, 17, 129-143.

- MARLOWE, W. B., E. L. MANCALL y J. J. THOMAS. 1975. «Complete Klüver-Bucy syndrome in man». *Cortex*, 11 (1): 53-59.
- MARR, D. 1982. *Vision*. San Francisco: W. H. Freeman.
- MASCALL, E. L. 1958. *The Importance of Being Human*. Nueva York: Columbia University.
- MASSARO, D. W. 1985. «Attention and perception: An information-integration perspective». *Acta Psychologica* (Ámsterdam), 60: 211-243.
- MATHER, G., A. PAVAN, G. CAMPANA y C. CASCO. 2008. «The motion aftereffect reloaded».*Trends in Cognitive Sciences*, 12 (12): 481-487.
- MATHER, G., F. VERSTRATEN y S. ANSTIS. 1998.*The Motion Aftereffect: A Modern Perspective*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- MCBEATH, M. K., D. M. SHAFFER y K. M. KAISER. 1995. «How baseball out-fielders determine where to run to catch fly balls».*Science*, 268: 569-573.
- MCCLURE, S. M., D. I. LAIBSON, G. LOEWENSTEINy J. D. COHEN. 2004. «Separate neural systems value immediate y delayed monetary rewards». *Science*, 306 (5695): 503-507.
- MCCLURE, S. M., M. M. BOTVINICK, N. YEUNG, J. D. GREENE y J. D. COHEN. 2007. «Conflict monitoring in

cognitionemotion competition». En *Handbook of Emotion Regulation*, ed. de J. J. Gross. Nueva York: The Guilford Press.

- MCGURK, H., y J. MACDONALD. 1976. «Hearing lips and seeing voices». *Nature*, 264: 746-748.
- MCINTYRE, J., M. ZAGO, A. BERTHOZ y F. LACQUANITI. 2001. «Does the brain model Newton's laws?» *Nature Neuroscience*, 4: 693-694.
- MEHTA, B., y S. SCHAAL. 2002. «Forward models in visuomotor control». *Journal of Neurophysiology*, 88: 942-953.
- MELTZOFF, A. N. 1995. «Understanding the intentions of others: Re-enactment of intended acts by 18-month-old children». *Developmental Psychology*, 31: 838-850.
- MENDEZ, M. F., R. J. MARTIN, K. A. AMYTH y P. J. WHITEHOUSE. 1990. «Psychiatric symptoms associated with Alzheimer's disease». *Journal of Neuropsychiatry*, 2: 28-33.
- MENDEZ, M. F., A. K. CHEN, J. S. SHAPIRA y B. L. MILLER. 2005. «Acquired sociopathy and frontotemporal dementia». *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 20 (2-3): 99-104.
- MEREDITH, M. A., J. W. NEMITZ y B. E. STEIN. 1987. «Determinants of multisensory integration in superior colliculus neurons. I. Temporal factors». *Journal of Neuroscience*, 7: 3215-3229.
- MESULAM, M. 2000. *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology*. Nueva York: Oxford University Press.
- MIALL, R. C., y D. M. WOLPERT. 1996. «Forward models for physiological motor control». *Neural Network*, 9 (8): 1265-1279.

- MILLER, N. E. 1944. «Experimental studies in conflict». En *Personality and the Behavior Disorders*, ed. de J. Hunt, vol. 1, 431465.
- MILNER, D., y M. GOODALE. 1995. *The Visual Brain in Action*. Oxford: Oxford University Press.
- MINSKY, M. 1986. *Society of Mind*. Nueva York: Simon and Schuster. [Trad. esp.: *La sociedad de la mente*. Buenos Aires: Ed. Galápago, 1986.]
- MITCHELL, H., y M. G. AAMODT. 2005. «The incidence of child abuse in serial killers». *Journal of Police and Criminal Psychology*, 20 (1): 40-47.
- MOCAN, N. H., y R. K. GITTINGS. 2008. «The impact of incentives on human behavior: Can we make it disappear? The case of the death penalty». Documento de trabajo, Oficina Nacional de Investigación Económica.
- MOFFITT, T. E., y B. HENRY. 1991. «Neuropsychological studies of juvenile delinquency and juvenile violence». En *Neuropsychology of Aggression*, ed. de J. S. Milner. Boston: Kluwer.
- MOLES, A., B. L. KIEFFER y F. R. D'AMATO. 2004. «Deficit in attachment behavior in mice lacking the mu-opioid receptor gene». *Science*, 304 (5679): 1983-1986.
- MONAHAN, J. 2006. «A jurisprudence of risk assessment: Forecasting harm among prisoners, predators, and patients». *Virginia Law Review*, 92 (33): 391-417.

- MONTAGUE, P. R. 2008. *Your Brain Is (Almost) Perfect: How We Make Decisions*. Nueva York: Plume.
- MONTAGUE, P. R., P. DAYAN, C. PERSON y T. J. SEJNOWSKI. 1995. «Bee foraging in uncertain environments using predictive Hebbian learning». *Nature*, 377: 725-728.
- MORSE, S. 2004. «New neuroscience, old problems». En *Neuroscience and the Law: Brain, Mind, and the Scales of Justice*, ed. de B. Garland. Nueva York: Dana Press.
- MUMFORD, D. 1992. «On the computational architecture of the neocortex. II. The role of cortico-cortical loops». *Biological Cybernetics*, 66 (3): 241-251.

- NAGEL, T. 1986. *The View from Nowhere*. Nueva York: Oxford University Press.
- NAKAYAMA, K., y C. W. TYLER. 1981. «Psychophysical isolation of movement sensitivity by removal of familiar position cues». *Vision Research*, 21 (4): 427-433.
- NIEDENTHAL, P. M. 2007. «Embodying emotion».*Science*, 316 (5827): 1002.
- NOË, A. 2005. *Action in Perception*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- NORRETRANDERS, T. 1992. *The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size*. Nueva York: Penguin Books.
- NOVICH, S., D. M. EAGLEMAN y S. CHENG. 2011. «Is synesthesia one condition or many? A large-scale analysis

reveals subgroups».*Journal of Neurophysiology*, de próxima aparición.

- O'HARA, E. A., y D. YARN. 2002. «On apology y consilience». *Washington Law Review*, 77: 1121.
- O'HARA, E. A. 2004. «How neuroscience might advance the law». *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359: 1677-1684.
- O'HARE, D. 1999. «Introduction to human performance in general aviation». En *Human performance in general aviation*, ed. de D. O'Hare, 3-10. Aldershot, Reino Unido: Ashgate.
- O'REGAN, J. K. 1992. «Solving the real mysteries of visual perception: The world as an outside memory». *Canadian Journal of Psychology*, 46: 461-488.

- PARIYADATH, V., y D. M. EAGLEMAN. 2007. «The effect of predictability on subjective duration». *PLoS One*, 2 (11): e1264.
- PAUL, L. 1945. *Annihilation of Man*. Nueva York: Harcourt Brace.
- PEARSON, H. 2006. «Mouse data hint at human pheromones: Receptors in the nose pick up subliminal scents». *Nature*, 442: 95.
- PELHAM, B. W., M. CARVALLO y J. T. JONES. 2005. «Implicit egotism». *Current Directions in Psychological Science*, 14: 106-110.

- PELHAM, B. W., S. L. KOOLE, C. D. HARDIN, J. J. HETTS, E. SEAH y T. DEHART, 2005. «Gender moderates the relation between implicit and explicit self-esteem». *Journal of Experimental Social Psychology*, 41: 84-89.
- PELHAM, B. W., M. C. MIRENBERG y J. T. JONES. 2002. «Why Susie sells seashells by the seashore: Implicit egotism y major life decisions». *Journal of Personality and Social Psychology,* 82: 469-487.
- PENNEBAKER, J. W. 1985. «Traumatic experience and psychosomatic disease: Exploring the roles of behavioral inhibition, obsession, and confiding». *Canadian Psychology*, 26: 82-95.
- PENTON-VOAK, I. S., D. I. PERRETT, D. CASTLES, M. BURT, T. KOYABASHI y L. K. MURRAY. 1999. «Female preference for male faces changes cyclically». *Nature,* 399: 741-742.
- PETRIE, K. P., R. J. BOOTH y J. W. PENNEBAKER. 1998. «The immunological effects of thought suppression». *Journal of Personality and Social Psychology*, 75: 1264-1272.
- PIERCE, R. C., y V. KUMARESAN. 2006. «The mesolimbic dopamine system: The final common pathway for the reinforcing effect of drugs of abuse?» *Neuroscience and Biobehavioral Reviews,* 30: 215-238.
- PINKER, S. 2002. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. Nueva York: Viking Penguin. [Trad. esp.: *La tabla rasa.*Barcelona: Paidós Ibérica, 2003.]

- POLDRACK, R. A., y M. G. PACKARD. 2003. «Competition between memory systems: converging evidence from animal and human studies». *Neuropsychologia*, 41: 245-251.
- PRATHER, M. D., P. LAVENEX, M. L. MAULDIN-JOURDAIN et al. 2001. «Increased social fear and decreased fear of objects in monkeys with neonatal amygdala lesions». *Neuroscience*, 106 (4): 653-658.

- RAINE, A. 1993. *The Psychopathology of Crime: Criminal Behavior as a Clinical Disorder*. Londres: Academic Press.
- RAMACHANDRAN, V. S. 1988. «Perception of shape from shading». *Nature*, 331 (6152): 163-166. —. 1997. «Why do gentlemen prefer blondes?»*Medical Hypotheses*, 48 (1): 19-20.
- RAMACHANDRAN, V. S., y P. CAVANAGH. 1987. «Motion capture anisotropy». *Vision Research*, 27 (1): 97-106.
- RAO, R. P. 1999. «An optimal estimation approach to visual perception and learning».*Vision Research*, 39 (11): 1963-1989.
- RAUCH, S. L., L. M. SHIN y E. A. PHELPS. 2006. «Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and extinction: human neuroimaging research—past, present, and future». *Biological Psychiatry*, 60 (4): 376-382.
- RAZ, A., T. SHAPIRO, J. FAN y M. I. POSNER. 2002. «Hypnotic suggestion and the modulation of Stroop interference». *Archives of General Psychiatry*, 59 (12): 1155-1161.

- REICHENBACH, H. 1951. *The Rise of Scientific Philosophy*. Berkeley: University of California Press. [Trad. esp.: *La filosofía científica.* México: Fondo de Cultura Económica, 1967.]
- REITMAN, W., R. NADO y B. WILCOX. 1978. «Machine perception: GAT makes it so hard for computers to see?» En *Perception and Cognition: Issues in the Foundations of Psychology*, ed. de C. W. Savage, 65-87. Volumen IX de Minnesota Studies in the Philosophy of Science. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- RENSINK, R. A., J. K. O'REGAN y J. J. CLARK. 1997. «To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes».*Psychological Science*, 8 (5): 368-373.
- RHAWN, J. 2000. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, Clinical Neuroscience*. Nueva York: Academic Press.
- RITTER, M. 2006. «Brain-scan lie detectors coming in near future». Transcripción. Fox News, 31 de enero.
- ROBERTS, S. C., J. HAVLICEK y J. FLEGR. 2004. «Female facial attractiveness increases during the fertile phase of the menstrual cycle».*Proceedings of the Royal Society of London B*, 271: S270-272.
- ROBERT, S., N. GRAY, J. SMITH, M. MORRIS y M. MACCULLOCH. 2004. «Implicit affective associations to violence in psychopathic murderers». *Journal of Forensic Psychiatry & Psychology,* 15 (4): 620-641.

- ROBINSON, G. E., C. M. GROZINGER y C. W. WHITFIELD. 2005. «Sociogenomics: Social life in molecular terms». *National Review of Genetics*, 6 (4): 257-270.
- ROSE, S. 1997. *Lifelines: Biology, Freedom, Determinism*. Nueva York: Oxford University Press. [Trad. esp.: *Trayectorias de vida: biología, libertad, determinismo*. Barcelona: Granica, 2001.]
- ROSVOLD, H. E., A. F. MIRSKY y K. H. PRIBRAM. 1954. «Influence of amygdalectomy on social behavior in monkeys». *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47 (3): 173-178.
- RUTTER, M. 2005. «Environmentally mediated risks for psychopathology: Research strategies y findings». *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry,* 44: 3-18.

- SAPOLSKY, R. M. 2004. «The frontal cortex and the criminal justice system». *Philosophical Transactions of the Royal Society B,* 359 (1451): 1787-1796.
- SCARPA, A., y A. Raine. 2003. «The psychophysiology of antisocial behavior: Interactions with environmental experiences». En *Biosocial Criminology: Challenging Environmentalism's Supremacy*, ed. de A. Walsh y L. Ellis. Nueva York: Nova Science.

- SCHACTER, D. L. 1987. «Implicit memory: History and current status». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition,* 13: 501-518.
- SCHWARTZ, J., J. ROBERT-RIBES y J. P. ESCUDIER. 1998. «Ten years after Summerfield: A taxonomy of models for audio-visual fusion in speech perception». En *Hearing By Eye II*, ed. de R. Campbell, B. Dodd y D. K. Burnham, 85. East Sussex: Psychology Press.
- SCOTT, S. K., A. W. YOUNG, A. J. CALDER, D. J. HELLAWELL, J. P. AGGLETON y M. JOHNSON. 1997. «Impaired auditory recognition of fear and anger following bilateral amygdale lesions». *Nature*, 385: 254-257.
- SCUTT, D., y J. T. MANNING. 1996. «Symmetry and ovulation in women». *Human Reproduction*, 11: 2477-2480.
- SELTEN, J. P., E. CANTOR-GRAAE y R. S. KAHN. 2007. «Migration and schizophrenia».*Current Opinion in Psychiatry*, 20 (2): 111-115.
- SHAMS, L., Y. KAMITANI y S. SHIMOJO. 2000. «Illusions: What you see is what you hear».*Nature*, 408 (6814): 788.
- SHEETS-JOHNSTONE, M. 1998. «Consciousness: a natural history». *Journal of Consciousness Studies*, 5 (3): 260-294.
- SHERRINGTON, C. 1953. *Man on His Nature*. 2.ª ed. Nueva York: Doubleday. [Trad. esp.: *El hombre en su naturaleza.* Madrid: Alhambra, 1947.]
- SHIPLEY, T. 1964. «Auditory flutter-driving of visual flicker». *Science*, 145: 1328-1330.

- SIMONS, D. J. 2000. «Current approaches to change blindness». *Visual Cognition*, 7: 1-15.
- SIMONS, D. J., y D. T. Levin. 1998. «Failure to detect changes to people during a real-world interaction». *Psychonomic Bulletin & Review*, 5 (4): 644-649.
- SINGER, W. 2004. «Keiner kann anders, als er ist». *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 8 de enero. (En alemán.)
- SINGH, D. 1993. «Adaptive significance of female physical attractiveness: Role of waist-to-hip ratio». *Journal of Personality and Social Psychology*, 65: 293-307. —. 1994. «Is thin really beautiful and good? Relationship between waist-to-hip ratio (WHR) and female attractiveness».*Personality and Individual Differences*, 16: 123-132.
- SNOWDEN, R. J., N. S. GRAY, J. SMITH, M. MORRISy M. J. MACCULLOCH. 2004. «Implicit affective associations to violence in psychopathic murderers». *Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*, 15: 620-641.
- SOON, C. S., M. BRASS, H. J. HEINZE y J. D. HAYNES. 2008. «Unconscious determinants of free decisions in the human brain». *Nature Neuroscience*, 11 (5): 543-545.
- STANFORD, M. S., y E. S. BARRATT. 1992. «Impulsivity and the multiimpulsive personality disorder». *Personality and Individual Differences,* 13 (7): 831-834.
- STANOVICH, K. E. 1999. *Who is Rational? Studies of Individual Differences in Reasoning*. Mahweh, Nueva Jersey: Erlbaum.

- STERN, K., y M. K. MCCLINTOCK. 1998. «Regulation of ovulation by human pheromones». *Nature*, 392: 177-179.
- STETSON, C., X. CUI, P. R. MONTAGUE y D. M. EAGLEMAN. 2006. «Motorsensory recalibration leads to an illusory reversal of action y sensation». *Neuron*, 51 (5): 651-659.
- STETSON, C., M. P. FIESTA y D. M. EAGLEMAN. 2007. «Does time really slow down during a frightening event?» *PLoS One*, 2 (12): e1295.
- STUSS, D. T., y D. F. BENSON. 1986. *The Frontal Lobes*. Nueva York: Raven Press.
- SUOMI, J. S. 2004. «How gene-environment interactions shape biobehavioral development: Lessons from studies with rhesus monkeys».*Research in Human Development*, 3: 205-222. —. 2006. «Risk, resilience, and gene x environment interactions in rhesus monkeys».*Annals of the New York Academy of Science*, 1094: 52-62.
- SYMONDS, C., e I. MACKENZIE. 1957. «Bilateral loss of vision from cerebral infarction». *Brain*, 80 (4): 415-455.

- TERZIAN, H., y G. D. ORE. 1955. «Syndrome of Klüver and Bucy: Reproduced in man by bilateral removal of the temporal lobes».*Neurology*, 5 (6): 373-380.
- TINBERGEN, N. 1952. «Derived activities: Their causation, biological significance, origin, and emancipation during evolution». *Quarterly Review of Biology*, 27: 1-32.

- TOM, G., C. NELSON, T. SRZENTIC y R. KING. 2007. «Mere exposure and the endowment effect on consumer decision making». *Journal of Psychology*, 141 (2): 117-125.
- TONG, F., M. MENG Y R. BLAKE. 2006. «Neural bases of binocular rivalry». *Trends in Cognitive Sciences*, 10: 502-511.
- TRAMO, M. J., K. BAYNES, R. FENDRICH, G. R. MANGUN, E. A. PHELPS, P. A. REUTER-LORENZy M. S. GAZZANIGA. 1995. «Hemispheric specialization and interhemispheric integration». En *Epilepsy and the Corpus Callosum*. 2ª edición. Nueva York: Plenum Press.
- TRESILIAN, J. R. 1999. «Visually timed action: Time-out for "Tau"?» *Trends in Cognitive Sciences*, 3: 301-310.
- TRIMBLE, M., y A. FREEMAN. 2006. «An investigation of religiosity and the Gastaut-Geschwind syndrome in patients with temporal lobe epilepsy». *Epilepsy and Behaviour*, 9 (3): 407414.
- TULVING, E., D. L. SCHACTER y H. A. STARK. 1982. «Priming effects in word-fragment completion are independent on recognition memory». *Learning, Memory, and Cognition*, 8: 336-341.
- TVERSKY, A., y E. SHAFIR. 1992. «Choice under conflict: The dynamics of deferred decision».*Psychological Science*, 3: 358361.

- UEXKÜLL, JAKOB VON. 1909. *Umwelt und Innenwelt der Tiere*. Berlín: J. Springer. —. 1934. «Streifzüge durch die

Umwelten von Tieren und Menschen». Trad. de Claire H. Schiller: «A Stroll through the worlds of animals and men». En *Instinctive Behavior: The Development of a Modern Concept*, ed. de Claire H. Schiller, 5-80. Nueva York: International Universities Press, 1957.

- UHER, R., y P. MCGUFFIN. 2007. «The moderation by the serotonin transporter gene of environmental adversity in the aetiology of mental illness: Review and methodological analysis». *Molecular Psychiatry*, 13 (2): 131-146.
- ULLMAN, S. 1995. «Sequence seeking and counter streams: A computational model for bidirectional information flow in the visual cortex». *Cerebral Cortex*, 5 (1): 1-11.

- VAN DEN BERGHE, P. L., y P. FROST. 1986. «Skin color preference, sexual dimorphism and sexual selection: A case of gene culture coevolution?» *Ethnic and Racial Studies*, 9: 87-113.
- VARENDI, H., y R. H. PORTER. 2001. «Breast odour as only maternal stimulus elicits crawling towards the odour source». *Acta Paediatrica*, 90: 372-375.
- VAUGHN, D. A., y D. M. EAGLEMAN. 2011. «Faces briefly glimpsed are more attractive», de inminente aparición.

- WASON, P. C. 1971. «Natural and contrived experience in a reasoning problem». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23: 63-71.

- WASON, P. C., y D. SHAPIRO. 1966. «Reasoning». En *New Horizons in Psychology*, ed de B. M. Foss. Harmondsworth: Penguin.
- WAXMAN, S., y N. GESCHWIND. 1974. «Hypergraphia in temporal lobe epilepsy».*Neurology*, 24: 629-637.
- WEGNER, D. M. 2002. *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- WEIGER, W. A., y D. M. BEAR. 1988. «An approach to the neurology of aggression».*Journal of Psychiatric Research*, 22: 85-98.
- WEISER, M., N. WERBELOFF, T. VISHNA, R. YOFFE, G. LUBIN, M. SHMUSHKEVITCH y M. DAVIDSON. 2008. «Elaboration on immigration and risk for schizophrenia». *Psychological Medicine*, 38 (8): 1113-1119.
- WEISKRANTZ, L. 1956. «Behavioral changes associated with ablation of the amygdaloid complex in monkeys». *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 49 (4): 381-391. —. 1990. «Outlooks for blindsight: Explicit methodologies for implicit processes».*Proceedings of the Royal Society of London,* 239: 247-278. —. 1998. *Blindsight: A Case Study and Implications*. Oxford: Oxford University Press.
- WEISSTAUB, N. V., M. ZHOU y A. LIRA et al. 2006. «Cortical 5-HT2A receptor signaling modulates anxiety-like behaviors in mice».*Science*, 313 (5786): 536-540.

- WELCH, R. B., L. D. DUTTONHURT y D. H. WARREN. 1986. «Contributions of audition and vision to temporal rate perception». *Perception & Psychophysics*, 39: 294-300.
- WELCH, R. B., y D. H. WARREN. 1980. «Immediate perceptual response to intersensory discrepancy». *Psychological Bulletin*, 88: 638-667.
- WILSON, T. 2002. *Strangers to Ourselves: Discovering the Adaptive Unconscious*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- WINSTON, R. 2003. *Human Instinct: How Our Primeval Impulses Shape Our Modern Lives*. Londres: Bantam Press.
- WHEELER, H. R., y T. D. CUTSFORTH. 1921. «The number forms of a blind subject». *American Journal of Psychology*, 32: 21-25.
- WOJNOWICZ, M. T., M. J. FERGUSON, R. DALE y M. J. SPIVEY. 2009. «The self-organization of explicit attitudes». *Psychological Science*, 20 (11): 1428-1435.
- WOLPERT, D. M., y J. R. FLANAGAN. 2001. «Motor prediction». *Current Biology*, 11 : R729-732.
- WOLPERT, D. M., Z. GHAHRAMANI y M. I. JORDAN. 1995. «An internal model for sensorimotor integration». *Science*, 269 (5232): 1880-1882.

- YARBUS, A. L. 1967. «Eye movements during perception of complex objects». En *Eye Movements and Vision*, ed. de L. A. Riggs, 171-196. Nueva York: Plenum Press.

- YU, D. W., y G. H. SHEPARD. 1998. «Is beauty in the eye of the beholder?» *Nature*, 396: 321-322.
- ZAGO, M., B. GIANFRANCO, V. MAFFEI, M. IOSA, Y. IVANENKO y F. LACQUANITI. 2004. «Internal models of target motion: Expected dynamics overrides measured kinematics in timing manual interceptions». *Journal of Neurophysiology*, 91: 16201634.
- ZEKI, S., y O. GOODENOUGH. 2004. «Law and the brain: Introduction». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 359 (1451): 1661-1665.
- ZHENGWEI, Y., y J. C. SCHANK. 2006. «Women do not synchronize their menstrual cycles».*Human Nature*, 17 (4): 434-447.
- ZIHL, J., D. VON CRAMON, y N. MAI. 1983. «Selective disturbance of movement vision after bilateral brain damage». *Brain*, 106 (Pt. 2): 313-340.
- ZIHL, J., D. VON CRAMON N. MAI y C. SCHMID. 1991. «Disturbance of movement vision after bilateral posterior brain damage: Further evidence and follow-up observations». *Brain*, 114 (Pt. 5): 2235-2252.