

JOHN J. RATEY

**EL CEREBRO:
MANUAL DE INSTRUCCIONES**

Traducción de Juan Pedro Campos

MONDADORI

Título original:

A USER'S GUIDE TO THE BRAIN

Publicado por acuerdo con Pantheon Books, una división de Random House, Inc. 2001,
John J. Ratey

© 2002 de la edición en castellano para todo el mundo: Grupo Editorial Random House
Mondadori, S. L., Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona

C 2002, Juan Pedro Campos, por la traducción

Primera edición: junio de 2002

Reservados todos los derechos ISBN: 84-397-0914-5

Depósito legal: B. 24.650 - 2002

Para Temple Grandin y mi esposa, Nancy,
dos cerebros que me han enseñado mucho

Índice

INTRODUCCIÓN	5
1. Desarrollo.....	13
2. Percepción	37
3. Atención y conciencia	81
4. Movimiento	106
5. Memoria	131
6. Emoción	159
7. Lenguaje	179
8. El cerebro social	206
9. Los cuatro teatros	238
10. Cuidar y alimentar	252
AGRADECIMIENTOS	267
BIBLIOGRAFÍA	270
INDICE TEMÁTICO	272

Introducción

Por primera vez, los descubrimientos neurocientíficos se extienden a campos tan diferentes como la antropología, la filosofía, la lingüística y la psicología. Los medios de comunicación parecen obsesionados con un solo aspecto concreto de esos descubrimientos, a saber, que nuestra personalidad, nuestra conducta y nuestras dolencias mentales tienen un fundamento biológico. Ni que decir tiene que se trata de algo apasionante, pero esa fijación hace que se pierda dónde está la verdadera emoción en lo que empezamos a destapar.

Nuestros nuevos descubrimientos no solo crean fármacos mejores; de ellos nacen también teorías especulativas acerca del funcionamiento del cerebro, y bastará con que varias se acerquen, por remotamente que sea, a la verdad para que cambie para siempre la manera en que pensamos de nosotros mismos. El que observa cómo se están desarrollando las cosas ha de sentirse como Núñez de Balboa la primera vez que vio el océano Pacífico: no sabemos todavía cuál es el significado completo de lo que estamos viendo en las neurociencias, pero sí que supone el nacimiento de una nueva era. Resulta que verse a uno mismo con los ojos de un neurocientífico moderno no solo ofrece un medio para el conocimiento de sí nuevo e inspirador sino que apunta además a una unificación, más que a una contradicción, de lo que psicólogos, antropólogos, lingüistas y filósofos llevan diciendo todo el tiempo. ¡De pronto, para nosotros, el mundo ya no es plano, sino redondo! Como el cerebro es responsable en última instancia de la personalidad, la cultura, la lengua y la razón, apenas sorprende que vaya surgiendo esa unidad, pero se trata de algo tan nuevo que impresiona: solo recientemente nos ha permitido la investigación conjeturar cómo funciona de verdad el cerebro.

¿De qué manera, pues, vamos a convertir una materia tan compleja en un libro de iniciación para todos? A primera vista, el mapa neurocientífico del cerebro es un confuso batiburrillo, con diferentes sistemas de clasificación. Como hay diferencias tan sustanciales de un cerebro a otro, hasta los neurogeógrafos profesionales discrepan acerca de por dónde deben trazarse las divisorias, y la función es otra cosa por completo. Imagínese que intenta leer un mapa de carreteras de Pensilvania que llevase escritos en letra diminuta datos de los distritos electorales, las concentraciones de renta, la densidad de población, la composición étnica y los sondeos geológicos, y por si fuese poco los cambios históricos de todo eso a lo largo de los últimos cien años. Habría sido mucho más fácil, se lamentaría usted, haber llamado a la oficina de turismo, que proporciona rutas concretas, pero en tal caso se habría perdido usted la rica cultura que ofrece ese estado. La ciencia del cerebro es una secta sacerdotal, una orden mística completamente cerrada para el no iniciado. Me he esforzado todo lo que he podido en darle a usted, lector, la oportunidad de aprender acerca de la complejidad del cerebro sin recurrir a la jerga. Espero que empiece a apasionarse cuando comprenda que en las neurociencias nos enfrentamos ahora a cosas más fascinantes que las de los ordenadores o el ciberespacio en toda su gloria. Los descubrimientos de los próximos treinta años no solo transformarán nuestro mundo; nos transformarán a nosotros mismos. Claro está, no puede predecirse cómo y cuándo se producirán esos cambios en nuestro mundo, pero todos habremos de estar listos y ser parte de lo que se avecina.

La confusa terminología que la neurociencia aplica al cerebro y a sus funciones al final tendrá que cambiar, y lo hará a medida que nuestro conocimiento del cerebro se ahonde. Los científicos que estudian patologías siguen empeñados en perseguir un solo componente neuronal roto que, se imaginan, tendría la culpa de la dolencia de que se trate en cada caso, y hacen lo que pueden casando funciones cerebrales específicas con localizaciones neurogeográficas determinadas. Cuanto antes reemplacemos nuestro

modelo mecanicista del cerebro con una concepción centrada ecológicamente, fundamentada sistémicamente, mejor estaremos, pues este segundo tipo de modelo es el que mejor explica una gran parte de la experiencia humana. Pero cambiar la terminología no es el propósito de este libro; ese es en realidad trabajo para los neurocientíficos, y ya creo que tendrán que esforzarse, pues sus prejuicios y categorías son una gran barrera para el progreso de la especialidad. Palabras como «memoria», o «felicidad», o «verosimilitud» no se refieren a funciones cerebrales, sino a categorías semánticas generadas por funciones cerebrales para las que no tenemos nombres y de las que, de momento, sabemos poco. Por fortuna, la mayoría de los científicos de la especialidad son conscientes de cuán urgente es que revisemos nuestros modelos del funcionamiento del cerebro y encontremos un nuevo lenguaje que exprese esas ideas. En estas páginas tendré que traducir la jerga a una forma mejor de comunicarse, y así, en cierto sentido, daré con una manera nueva de hablar del cerebro.

Buena parte del lenguaje que se emplea en el estudio del cerebro, sobre todo en las ciencias cognoscitivas, procede de la informática, y no casa bien con lo que sabemos de él. El cerebro no se parece en nada a los ordenadores personales que ha diseñado; no procesa la información y construye imágenes mediante la manipulación de ristas de dígitos, de unos y ceros, sino que está compuesto principalmente de mapas, de ordenaciones de neuronas que al parecer representan objetos enteros de la percepción o de la cognición, o al menos cualidades sensoriales o cognoscitivas enteras de esos objetos, como el color, la textura, la credibilidad o la velocidad. En la mayor parte de las funciones cognoscitivas se produce la interacción de mapas de muchas partes diferentes del cerebro a la vez; la perdición de los científicos cognoscitivos es que un plátano no esté en una sola estructura del cerebro. El cerebro ensambla las percepciones por medio de la estimulación simultánea de conceptos enteros, de imágenes enteras. No se vale de la lógica predicativa de un microchip, sino que es un procesador analógico; esto quiere decir, básicamente, que trabaja con analogías y metáforas. Relaciona unos conjuntos enteros de datos con otros y busca semejanzas, diferencias o relaciones entre ellos. No ensambla pensamientos y sentimientos a partir de unidades de datos.

Por consiguiente, he decidido que sustituiré buena parte del lenguaje técnico que se emplea para hablar del cerebro por uno más afin al que usa el propio cerebro. A lo largo de este libro me valdré constantemente de analogías y de metáforas, de anécdotas de mi vida y de la de mis pacientes. A propósito no incluyo un glosario, ya que intentaré que sean la claridad y la repetición las que consoliden en la memoria del lector los nombres, funciones y localizaciones aproximadas de los muchos subórganos o partes del cerebro. Aunque metáforas y analogías no son corrientes en los círculos científicos, estoy firmemente convencido de que una forma menos lineal de pensamiento acabará por ocupar, en buena medida, el lugar de los razonamientos lógicos que empleamos hoy. Chris Langton, uno de los investigadores fundamentales del campo de la teoría de la complejidad, conjetura que en el futuro la ciencia será más poética. También nuestro inquieto mundo se está volviendo demasiado complejo para la argumentación lógica y puede que haya que cambiar de manera de pensar: cuando las emociones son fuertes, la fe se pone de verdad en las analogías, no en el cálculo. Mientras, hemos de concentrar nuestra atención en aprender todo lo que podamos del cerebro, para así poder saltar a donde la disciplina, y nuestro mundo, se encaminan.

Desde que Freud inventó la técnica del psicoanálisis se ha considerado que el psiquismo humano es un objeto de tal complejidad que solo se consideraba aptos para hurgar en sus profundidades a los pocos individuos con la preparación necesaria para interpretar las comunicaciones jeroglíficas de los sueños. La profesión del cuidado de la salud mental ha estado envuelta siempre en el misterio, como si sus miembros pertene-

ciesen a una secta sacerdotal secreta. En estos días, claro está, la ciencia está empezando a sustituir varios aspectos del modelo freudiano con explicaciones biológicas. Si bien la psicoterapia sigue siendo una parte esencial del tratamiento de dolencias mentales como la depresión y la ansiedad, sabemos mucho más que antes acerca de cómo puede el cerebro echarnos una mano o de cómo puede fallarnos. Muchos aspectos de nuestra forma de ser, antes achacados al entorno, a unos malos padres o a traumas sufridos en los primeros años de vida, se consideran ahora, más correctamente, deficiencias cerebrales. Del autismo, cuyo origen se pensó en una época que estaba en la crianza por una madre emocionalmente fría, se sabe ahora que es un caso extremo de un tipo de desarrollo cuyas causas tienen poco que ver con el entorno. Se echaba antes la culpa de que un niño mojase la cama a que les faltasen a los padres un amor y una disciplina apropiados; hace poco, un grupo de investigación holandés ha encontrado un marcador genético de la dolencia. Estamos asistiendo a una sustitución gradual del tradicional enfoque que centraba la curación en la psicodinámica por otro basado en la biología.

Para quienes padecen minusvalías que en otro tiempo se pensaba que eran culpa suya son buenas noticias. Nuestra nueva ciencia ha mostrado que en cuanto órgano, como parte del cuerpo, el cerebro está sujeto a los mismos tipos de influencias y disfunciones que los demás órganos. Como un grupo de músculos, responde al uso y al desuso creciendo y conservando su vitalidad o degenerando, y así, por primera vez, hemos aprendido a ver los procesos mentales como sistemas físicos que necesitan formación y práctica. El cerebro es un sistema dinámico, muy sensible y sin embargo robusto, capaz de adaptarse, para mejor o peor, a casi cualquier elemento de su entorno. Si nuestra intención es ponernos a preparar nuestros cerebros para que nos vaya bien en el mundo, tendremos, ciertamente, que saber más acerca de los diversos factores que influyen en las funciones cerebrales.

La mayoría se hace ya alguna idea de los tipos de estrategias que pueden adoptarse para cambiar la manera en que funciona el cerebro; el Prozac, la melatonina y las máquinas biorretroalimentadas se anuncian por todas partes. En realidad, casi todo lo que hacemos, comemos o bebemos afecta al cerebro. Pero lo que no entienden tantos es al cerebro mismo. Antes de que las personas empiecen a comprender de verdad por qué piensan, hablan, aman, lloran o ven el mundo tal y como lo hacen, deben primero hacer las paces con quiénes, o qué, son realmente. Por desgracia, aquí es donde las limitaciones de este modelo biológico se manifiestan. Si antes andábamos tras un trauma oculto entre la neblina de los sueños, hoy perseguimos ese solo gen, esa pieza defectuosa del tejido cerebral o el neurotransmisor desequilibrado que suponemos está detrás de nuestro padecimiento. Esta forma de ver hace que dé la impresión de que nuestra vida mental está determinada totalmente por los genes que nos ha repartido el destino. Si la biología está detrás de quiénes somos, ¿cómo podremos sentir que tenemos el menor libre albedrío o esperanzas de una vida diferente? Un conocimiento mejor de cómo funciona el cerebro nos dará a todos una mejor manera de poder hacer algo acerca de quiénes somos, de poder intervenir activamente en la conformación de nuestras vidas; es responsabilidad nuestra saber de nosotros mismos y de aquello que nos da a cada uno una manera única de ver el mundo.

La transición del trauma a la biología, por desgracia, no ha sido capaz de apartar a los médicos de los diagnósticos basados en los afectos. Si usted es infeliz y quiere buscar ayuda, el proceso que llevará al diagnóstico se empeñará al principio sobre todo en inquirir cómo se siente usted. Con esta información inicial se procede al diagnóstico y al tratamiento, bien con una criba de las fuentes posibles de culpa, rabia o deseos insatisfechos que haya en su psiquismo, bien intentando modificar los síntomas afectivos

farmacológicamente, bien con ambas cosas. Esta manera de proceder está, en mi opinión, equivocada de cabo a rabo. Muchas dolencias cerebrales, en especial las que producen déficit en la percepción y en la cognición, pueden sumir las vidas de los pacientes en un estado de profunda miseria. Históricamente, apenas ha habido dolencia mental que no se haya asociado a defectos del carácter. Mientras que los médicos, afortunadamente, ya no enfocan la psicopatología con tanta crueldad, en el espíritu popular sigue quedando tanta confusión acerca del psiquismo que es muy fácil que nos sintamos avergonzados de nuestras carencias psicológicas. Si usted padece un problema auditivo no diagnosticado, la conclusión natural será que es usted estúpido, indiferente o ambas cosas. Cuando un paciente en esas circunstancias busca ayuda, busca, qué duda cabe, curarse de su infelicidad, pero empezar con la infelicidad misma puede que no conduzca a ninguna parte. El mundo está lleno hoy de disléxicos o de personas con otras dificultades para aprender que se preguntan por qué años de antidepressivos y de análisis no han mejorado sus vidas.

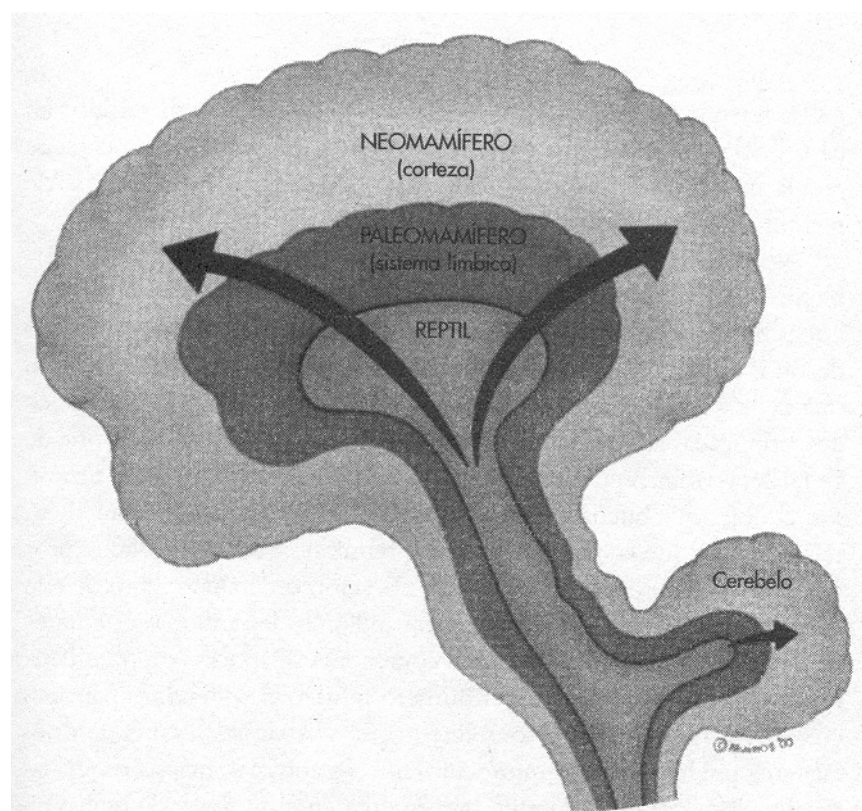
El médico tiene otra opción: comenzar la terapia indagando cómo experimenta él mundo el paciente, preguntarle, no cómo se siente, sino cómo conoce el mundo. Si un médico intenta primero determinar cómo funcionan los dispositivos con que una persona experimenta la vida, estará, en cierto sentido, en el principio del principio. Un problema con la percepción puede causar un déficit cognoscitivo, que a su vez conducirá a desventajas sociales, pérdida de autoestima y a una vida fallida. Habiendo identificado en el cerebro dónde nacen los problemas, el terapeuta puede idear un plan para el tratamiento que ataque la verdadera fuente de la infelicidad del paciente. Una vez se sabe que el origen del sentimiento de culpa y de los reproches a uno mismo está en un déficit del desarrollo la vergüenza se disipa, y a menudo el paciente se cura en un momento de muchos problemas afectivos.

Pero para que se produzca esta transformación en la manera en que afrontamos la psicopatología todos hemos de aprender a estudiar nuestro comportamiento a partir del órgano que lo sustenta. Los terapeutas, ni que decir tiene, han de saber ahora reconocer las señales de que hay un déficit orgánico, perceptivo o cognoscitivo, por leve que sea, y no ignorar con qué preguntas será más probable que se descubra la naturaleza del problema. No obstante, los pacientes han de saber también de sí mismos, ya que son los únicos testigos de su propia experiencia subjetiva. Son los únicos que pueden describir cómo ven, oyen, piensan y se sienten en una situación dada. La sabiduría común siempre ha sostenido que la clave del éxito en la vida es conocerse a uno mismo, y esa sigue siendo una de las verdades auténticamente básicas de la filosofía, la psicología y la religión. Para conocernos a nosotros mismos debemos convertirnos en buenos observadores de nosotros mismos, y esta es la razón, antes que cualquier otra, de que debamos aprender acerca de ese objeto que es el motor de nuestra lógica, nuestra imaginación y nuestra pasión. El determinismo biológico ha empezado, en los últimos años, a erosionar la confianza que teníamos en nuestro conocimiento de qué concierne y qué no a la moralidad. Es una época paradójica esta en la que vivimos, en la que parece que hay una tensión creciente entre los avances de la biología humana, con su capacidad de sanar, y el principio de responsabilidad que mantiene la cohesión de nuestra sociedad.

Nos depare el futuro lo que sea, todos hemos de estar, como mínimo, preparados para tomar decisiones informadas.

El otro gran problema que plantea la nueva ciencia del cerebro, como he mencionado antes, es que los neurocientíficos, en cierto sentido, se han hecho, sencillamente, con el papel elitista, casi sacerdotal, que una vez fuera de los analistas. El lenguaje con que describen el cerebro es, en todo caso, más críptico que la vieja terminología psicoanalítica, que ya era tan oscura que solo los profesionales preparados

podían abrirse paso por la bibliografía. Pocos son los que se molestan en aprender semejantes maneras de expresarse; juzgan que, como pasaba con el lenguaje de los científicos informáticos de principios de los años setenta, es mejor dejárselas a esos tipos raros. Si alguien tiene alguna duda, le bastará con un breve vistazo a un libro de texto moderno de neurofisiología: querrá salir corriendo. Aunque la mayoría de las disciplinas, incluidas las científicas, tienden a reemplazar lenguajes descriptivos más viejos con una terminología nueva que transmita mejor el estado actual de los conocimientos en la materia, las neurociencias se han limitado a superponer capa sobre capa de jerga en los más o menos cien años que yo considero modernos.



LA TRAYECTORIA DE LA EVOLUCIÓN. El cerebro evolucionó de abajo arriba, como se ve en esta ilustración. Paul MacLean concibió este modelo del llamado cerebro trino en 1967; expresa la idea de que nuestro cerebro se desarrolló conservando las áreas de los cerebros de nuestros precursores que habían demostrado su utilidad y construyendo estructuras nuevas que ayudaron a la especie a dominar la lucha evolutiva. Por medio de las mutaciones aleatorias y de la supervivencia del mejor adaptado, la evolución fue haciendo apaños en lo que había hasta engendrar el mecanismo más adaptativo del universo.

En la base del cerebro, el cerebro reptil, es donde están situados los centros de mando necesarios para la vida. Controlan el dormir y el despertar, la respiración, la regulación de la temperatura y los movimientos automáticos básicos; son además estaciones de paso para las señales sensoriales que llegan. A continuación, el cerebro paleomamífero (incluido el sistema límbico) promueve la supervivencia y refina, enmienda y coordina los movimientos. Vernos también aquí el desarrollo de los aparatos de la memoria y las emociones, que potencian aún más la regulación interna del cuerpo a la vez que empiezan a tratar con el mundo social. Finalmente se desarrolló el cerebro

neomamífero, o corteza. Es el área que se encarga de afinar las funciones inferiores y de nuestras asociaciones, pensamiento abstracto y destreza planificadora; gracias a ella reaccionamos ante dificultades nuevas.

También ha evolucionado el cerebelo; es un reflejo de que tiene un papel en el pensamiento, el habla, la memoria y la vida emocional.

Cuando los primeros exploradores miraban dentro del cráneo humano no tenían ni idea de la verdadera función de las regiones y de los órganos que estaban viendo: los detalles funcionales concretos llegarían mucho más tarde. Por consiguiente, simplemente dieron nombres a las partes del cerebro basándose en su forma, de manera muy parecida a como nombramos las cosas que vemos en las nubes. Mientras, la anatomía comparativa estaba ocupada descubriendo que el cerebro humano contiene, estructuralmente hablando, la historia evolutiva de todos los cerebros. Su núcleo es, en apariencia, semejante a los cerebros enteros de los reptiles modernos. A medida que se desarrolla el cerebro fetal, vuelve a suceder, en miniatura, cada etapa de la evolución del cerebro; sucesivamente, nuevas capas modernas van añadiéndose a las capas de abajo, más primitivas. Por encima de nuestro fantástico lenguaje anatómico encontramos, pues, el lenguaje de la evolución. Y sobre ese nivel descriptivo tenemos los últimos cincuenta años de auténtica cartografía funcional, la terminología neurofísica que describe qué hacen en realidad las partes del cerebro. Como este mismo, el lenguaje de las neurociencias refleja una historia de acumulación y enriquecimiento, más que de reemplazo, de estructuras previas.

No sorprende que el lenguaje con que se habla del cerebro sea complejo; es que es el objeto más complejo del universo. Hay cien mil millones de neuronas en un solo cerebro humano, y unas diez veces más de otras tantas células que no tienen un papel computacional. Cada una de esas neuronas se conecta con otras por medio de las proyecciones ramificadas arborescentes llamadas axones y dendritas, la mayoría de las cuales terminan en unas estructuras diminutas, las sinapsis. Las sinapsis son el objeto de buena parte de las investigaciones actuales sobre el cerebro; se cree que la mayor parte del aprendizaje y del desarrollo se produce en el cerebro mediante la intensificación o debilitamiento de esas conexiones. Cada una de los cien mil millones de neuronas que tenemos puede tener de una a diez mil conexiones sinápticas con otras neuronas. Esto quiere decir que el número teórico de diferentes patrones conectivos posible en un solo cerebro es, aproximadamente, de unos cuarenta mil billones. Los minúsculos huecos entre las sinapsis, donde las señales eléctricas se convierten brevemente en químicas y de nuevo en eléctricas, son el lugar donde nuestros fármacos psicoactivos, de la aspirina al Prozac, efectúan sus prodigios. Si los cambios en la intensidad sináptica (no solo las diferentes conformaciones de las sinapsis) son el mecanismo primario en que se basa la capacidad que el cerebro tiene de representar el mundo, y si cada sinapsis tiene, digamos, diez intensidades diferentes, las diferentes configuraciones electroquímicas de un solo cerebro alcanzan un número mareante: diez elevado a un billón. No puede ni imaginarse lo grande que es este número: los astrofísicos calculan que el volumen del universo conocido es, en metros cúbicos, más o menos, diez elevado a ochenta y siete. Y a esta complejidad hay que añadirle aún una dimensión más: las diez intensidades distintas de una sinapsis es una cifra de conveniencia; hasta la fecha se conocen cincuenta y tres neurotransmisores, las sustancias que llevan la información a través de las separaciones entre las sinapsis. La expresión misma «número de intensidades», con toda probabilidad, no describe de manera precisa, lo que sucede. Y por último, ¡el cerebro

cambia sus patrones conectivos cada segundo de nuestras vidas en respuesta a todo lo que percibe, piensa o hace!

Por suerte, esta complejidad dinámica es en verdad la solución al miedo que muchos tienen a que nuestra naturaleza esté prefijada materialmente por los genes. El cerebro es tan complejo, y tan plástico, que es casi imposible, salvo en los términos más generales, predecir cómo un factor dado influirá en su estado. Los genes contienen instrucciones para gran parte del desarrollo inicial del cerebro, pero carecen de un poder absoluto de determinar cómo responderá. Según las teorías actuales, el cerebro se parece más a un ecosistema que a una máquina, y muchos de sus sistemas compiten constantemente entre sí a lo largo de nuestras vidas, en un proceso que el premio Nobel Gerald Edelman ha llamado «darwinismo neuronal». Estas redes de sinapsis, sostiene Edelman, son más que una vasta infraestructura comunicativa; cada red del cerebro lucha con las demás por conseguir que el mundo le devuelva una retroalimentación. Los científicos, pues, no pueden predecir mejor cómo un cerebro dado expresará un gen que cómo será una jungla tropical dentro de treinta años. Aunque se supiese el número exacto de tigres, escarabajos, loros, monos y plataneros, no habría esperanzas de saber a qué especies les irá mejor a largo plazo. Cada suceso suelto tiene el potencial de perturbar el equilibrio de poder y, con ello, de cambiar cada suceso subsiguiente. En cualquier sistema de esa complejidad, les toca a monos y tigres ver quién se lleva el gato al agua. En nuestro cerebro, nos toca a nosotros, y por eso es tan crucial que sepamos más de él. Tenemos libre albedrío, en cierto sentido, pues todo lo que hacemos afecta a todo lo que viene a continuación, y el cerebro se desarrolla de manera en gran medida impredecible. La genética es importante, pero no determinante, y los tipos de ejercicio, sueño, alimentación, amigos y actividades que escojamos, así como las metas que nos propongamos, tienen quizá tanto poder para cambiar nuestras vidas como los genes de condicionarla. Y ser consciente neurológicamente de uno mismo es el más importante de los primeros pasos que podamos dar.

Por desgracia, el segundo objeto más complejo del universo es todo ese lenguaje con que hablamos del cerebro; esa es una de las razones de que trabajadores sociales, psicólogos y otros profesionales de la salud mental se echen para atrás y no lo tengan en consideración. Muchos desearían poder ejercer sin tener que contar con el cerebro para nada, y en este campo está muy extendida la postura de que al cerebro debe tratarse como a las cañerías: olvidándose de él mientras no se atasque. Este esconder la cabeza debajo del ala se parece a la actitud del ejecutivo que espera que Internet sea una moda que pasará. Ignorar el cerebro deja coja a cualquier teoría psicológica.

Hay un consuelo para los que no quieran dar su brazo a torcer. Cabe ver la psicodinámica, no como alternativa al modelo genético de la conducta humana, sino como extensión de ese modelo. Por ejemplo, la manera y el grado en que se expresa la mayor parte de los genes que influyen en las perturbaciones mentales varían enormemente de unos individuos a otros, e investigaciones recientes indican que el estrés infantil puede desencadenar la expresión de genes que, si no, habrían permanecido dormidos a lo largo del desarrollo. Tomemos un ejemplo hipotético: ¿y si la «madre fría» supuestamente responsable del autismo, dolencia que ahora sabemos afecta al desarrollo y tiene casi con certeza un origen genético, sufre en realidad un caso leve de autismo y es perceptible su carencia natural de emociones? No empeorará en realidad el estado del hijo, pero puede que esté especialmente mal preparada para encarar la suma entrega emocional que requieren las terapias más eficaces (al menos parcialmente eficaces) al alcance de los padres. En cualquier caso, un observador neofreudiano no se equivocaría si conjeturase que hay una relación entre la frialdad de la madre y el autismo del niño, solo que esa

conexión sería genética en vez de causal. Un conocimiento cabal de los fundamentos biológicos de nuestra experiencia no arruinaría nuestra teoría, solo la enriquecería.

Los debates acerca de qué factor genético, cultural o medioambiental es la verdadera causa del fenómeno X suelen ser una pérdida de tiempo; el cerebro es el principio que los liga todos. En un cerebro que se está desarrollando, cada componente se desarrolla en un primer momento por su cuenta, pero una vez ha alcanzado un cierto grado interno de desarrollo, y una vez el propio entorno le plantea más problemas, sus distintas partes empiezan a formar conexiones entre sí más extensas. Tendría su gracia que el cerebro mismo llegara a ser el catalizador de un proceso de maduración multidisciplinario en los campos de la psicología, la antropología, la lingüística y la filosofía.

Para empezar, lo menos que podemos hacer es enterarnos de qué se sabe ahora acerca de cómo nuestros cerebros hacen lo que hacen. En contra de la creencia popular, ese es un propósito no solo científico, sino también moral: el conocimiento de uno mismo hace que sea aún más nuestra la responsabilidad de llevar una vida que maximice los puntos fuertes que podamos tener y minimice nuestras debilidades. No hay que echarse culpas. Los alcohólicos rehabilitados no se fustigan por no poder pasarse las horas muertas en un bar con sus amigos bebedores; se conocen demasiado bien para hacerlo. De manera semejante, echarse la culpa por las deficiencias fisiológicas del propio cerebro, sean las que fueran, es gastar mal las fuerzas, que se aplicarían mejor en cambiar los hábitos y forma de vivir para existir lo más productivamente que se pueda.

1

DESARROLLO

Estaba haciéndolo otra vez. Esa joven que periódicamente aparecía vestida con una camisa y pañuelo del Oeste se plantaba delante de las puertas automáticas del supermercado Safeway. Miraba con mucha fijeza adelante, daba con brusquedad cinco pasos hacia las puertas e intentaba refrenarse para no pasar adentro hasta que no se hubiesen abierto del todo. A veces no podía pararse y casi se estrellaba contra el cristal. Otras veces esperaba lo bastante y se precipitaba dentro. Fuera como fuese, volvía atrás y lo intentaba otra vez. Y otra. Los clientes habituales de ese establecimiento de Phoenix, Arizona, vacilaban un momento a su lado y pasaban entonces deprisa sin quitarle ojo pero sin quedársela mirando fijamente. Una vez dentro movían la cabeza y hacían los comentarios usuales: «Debe de estar loca». No sabían que Temple Grandin obtendría un doctorado en ciencias zoológicas y llegaría a ser una experta de fama internacional en el cuidado de los animales. Ni eso, ni que era autista.

El nacimiento de Temple fue normal, pero a los seis meses se ponía tiesa cuando la tocaba su madre y hacía por zafarse de sus abrazos. Pronto, no podía soportar que otra piel tocara la suya. Que sonara el teléfono y un coche pasase junto a su casa mientras dentro de esta se conversaba causaba en los oídos del bebé una confusión tan grande, los hería tanto, que le daba un berrinche y golpeaba a quien se le pusiese por delante.

A los tres años los médicos dijeron que tenía «daños cerebrales». Los padres contrataron a una severa institutriz que estructuró el día de la niña alrededor de ejercicios físicos y juegos repetitivos, el de la «banda que desfila», por ejemplo. De vez en cuando Temple podía centrarse gracias a esa rutinas en lo que hacía, hablar incluso. Aprendió sola a escapar de los estímulos que la rodeaban, dolorosos para su sistema nervioso demasiado sensible, soñando despierta con imágenes de lugares distantes. Para cuando empezó el bachillerato había progresado mucho. Podía vérselas con algunas de las asignaturas y a veces era capaz de controlar sus reacciones hipersensibles al caos que la rodeaba, principalmente ensimismándose para reducir el miedo y la ansiedad constantes. Eso hacía que los demás chicos la considerasen fría y altiva. Creció en una angustiosa soledad, y a menudo le daban rabietas o hacía travesuras para combatir la sensación que tenía de que se la rechazaba. La echaron del colegio.

A los dieciséis años sus padres la mandaron al rancho que una tía tenía en Arizona. El rígido horario del trabajo diario la ayudó a concentrarse. Tenía una fijación con una máquina grande con dos grandes placas de metal que comprimían los costados de las vacas. Parecía que la presión las relajaba y dejaba suficientemente tranquilas como para que un veterinario pudiese examinarlas. Al visualizar una máquina de apretar que actuaba sobre ella misma obtenía la estimulación táctil que anhelaba, pero que no podía conseguir con el contacto humano porque la estimulación que le producía la cercanía física de otra persona era tan intensa que parecía como si una gran ola la envolviese.

Para entonces, Temple y sus médicos se habían dado cuenta ya de que tenía memoria fotográfica. Era una autista savant. Cuando volvió a una escuela especial para niños bien dotados pero con problemas emocionales la única opción educativa que le quedaba-, los monitores dejaron que construyese una máquina de apretar humana. Ese proyecto la llevó a interesarse por la ingeniería mecánica, las matemáticas y la resolución de problemas, y en todo sobresalió. Construyó un prototipo; con una palanca controlaba el grado y la duración de la presión sobre su cuerpo. Después se sentía aliviada, con mayor empatía, más sensible a los sentimientos de amor y protección, hasta más tolerante con el contacto humano. Empezó con el aparato experimentos controlados y adquirió

pericia en las técnicas de investigación y de laboratorio, lo cual le dio ánimos para solicitar su admisión en una universidad.

El estado de hiperexcitación de Temple y su incapacidad de administrar los estímulos del entorno lastraban su capacidad de enfrentarse al entorno normal constituido por su familia o sus compañeros. Los ejercicios repetitivos que hizo de niña, la máquina de apretar y sus éxitos académicos le fueron dando poco a poco la capacidad de controlar su conducta agresiva. De todas formas, con casi treinta años no había conseguido todavía crear relaciones sociales. Se encontraba en un estado constante de miedo escénico. Le entraba tal ansiedad cuando tenía que abordar a alguien que, entendiéndose al pie de la letra, perdía el dominio y se echaba encima de esa persona, incapaz de refrenar sus músculos cuando se energizaba emocionalmente. Si lograba detenerse a tiempo, se quedaba pegada al otro y le hablaba a diez centímetros de distancia de la cara, una pérdida instantánea de la intensidad.

Entonces Temple ató todos los cabos. Presentarse ante alguien de una manera socialmente aceptable era como acercarse a las puertas automáticas del supermercado. Ambas cosas había que hacerlas al mismo paso tranquilo. Por eso se la empezó a ver en el Safeway. Practicaba el acercarse a la puerta durante horas seguidas, hasta que lo automatizó. El ejercicio le vino bien. Vio que podía abordar a las personas de manera apropiada si visualizaba el acercarse a las puertas. Estas eran como un mapa físico; le ofrecían una imagen visual concreta de una idea abstracta de cómo se abordaban las relaciones sociales con cuidado.

Usó otra técnica de entrenamiento para aprender cómo se negocia con la gente, estresante interacción que por lo normal la arredraba. Leyó los artículos del New York Times sobre las conversaciones de paz de Camp David que el presidente Jimmy Carter mantuvo con el egipcio Anwar al-Sadat y el israelí Menajem Begin. Se leyó cada palabra, y las memorizó en el acto; ser una savant le vino muy bien. Se imaginaba las conversaciones una y otra vez, como si estuviese viendo un vídeo interno, y se valía de ellas para guiar su conducta mientras trataba con personas reales.

Hoy, Temple Grandin, a los cincuenta y un años, lleva una vida profesional y social satisfactoria. Han pasado veinticinco años desde los días en que se entrenaba ante las puertas del Safeway; ha aprendido a prestar atención a ciertos estímulos y a ignorar otros para no excitarse demasiado. Toma además dosis bajas de medicinas contra la depresión, que alivian su malestar oculto mejor incluso que la máquina de apretar.

Temple hizo una serie de cosas inusuales para reconectar sus circuitos cerebrales defectuosos y poder controlar así su conducta. Desarrolló los circuitos que le permitieron enfrentarse a las puertas del supermercado, y se valió de esos circuitos recién creados por el entrenamiento para encontrar su sitio con respecto a otras personas. Dominó cada técnica con práctica, las automatizó y aplicó el patrón cognoscitivo recién impreso a otras facultades cognoscitivas. Desarrolló de adulta los circuitos cerebrales que su desarrollo físico durante la infancia no le había proporcionado.

El cerebro no es un ordenador que ejecute sin más programas predeterminados. Tampoco es una pasiva coliflor gris víctima de las influencias ambientales que ha de soportar. Los genes y el ambiente interaccionan constantemente y cambian el cerebro, desde el momento en que nos conciben hasta cuando morimos. Hay un gran debate en marcha entre escuelas diferentes de neurocientíficos acerca de si el cerebro es solo una máquina «lista para responder al ambiente», como defiende el grupo de los «conexionistas» -así se denominan a sí mismos-, o si, como sostienen otros, está compuesto genéticamente por módulos «listos para que se acceda a ellos», que el entorno solo estimula. No obstante, la mayoría de los neurocientíficos ven un híbrido, en

el que las líneas generales del desarrollo del cerebro están bajo control genético y los detalles son cosa de la interacción del cerebro y del ambiente.

Ciertamente, buena parte del transcurrir del desarrollo del cerebro se determina mientras somos fetos o niños pequeños. Pero como veremos hay muchos otros factores que pueden alterar el proceso, en el embarazo, en la niñez, de adultos o viejos. La sonrisa del padre, hacer ejercicio antes de la jornada laboral, una partida de ajedrez en el hogar de jubilados: todo afecta al desarrollo, y el desarrollo abarca toda la vida.

No somos prisioneros ni de los genes, ni del ambiente. La pobreza, la alienación, las drogas, los desequilibrios hormonales y la depresión no dictan que haya que fracasar. La riqueza, la aceptación, las verduras y el ejercicio no garantizan el éxito. Puede que el libre albedrío sea la fuerza más potente de las que dirigen el desarrollo de nuestros cerebros, y por lo tanto nuestras vidas. Como muestra la experiencia de Temple, el cerebro adulto es a la vez plástico y resistente, y está siempre dispuesto a aprender. Las experiencias, los pensamientos, las acciones y las emociones nos cambian realmente la estructura del cerebro. Si consideramos que el cerebro es como un músculo que puede debilitarse o fortalecerse, podremos ejercitar nuestra capacidad de determinar lo que seremos. Una vez entendamos cómo se desarrolla el cerebro, podremos entrenarlo para que sea saludable, vibrante o longevo. Dejando aparte la enfermedad física, no hay razón alguna para que no sigamos participando activamente con más de noventa años.

Las investigaciones sobre el desarrollo del cerebro han sido en la última década del siglo xx rápidas y furiosas. El tema ha llegado a ser tan popular que en los últimos años ha salido en la portada de Time (tres veces), Newsweek (dos) y Life, así como en otras revistas importantes. Las nuevas técnicas de toma de imágenes y montañas de estudios están proporcionando una cantidad enorme de conocimientos acerca de cómo puede ayudarse al cerebro a desarrollarse en los recién nacidos, los niños y los adultos, hasta en los fetos dentro todavía del seno materno. Claro está, con eso también cabe dentro de lo posible que se tome un rumbo equivocado.

Las investigaciones han dado lugar incluso a acciones políticas de los círculos más elevados del Gobierno. Hillary Clinton acogió durante un día entero en abril de 1997 en la Casa Blanca a un congreso de científicos, acontecimiento inusual, dedicado a los nuevos descubrimientos que indicaban que la adquisición de pericia lingüística, intelectual y emocional por los niños es un proceso activo que en gran medida puede haber concluido antes de los tres años. Esta premisa contrasta fuertemente con la creencia, que era ordinaria hace solo unos años, en que los niños son seres más que nada pasivos, en cierta forma inconscientes de su entorno, o que graban, sencillamente, todo lo que hay a su alrededor sin poner a continuación nada de su parte en lo que han registrado. Si los niños transforman y procesan los estímulos ambientales, nos corresponde a nosotros hacer que esos estímulos sean tan buenos que puedan pasar por ellos rápidamente y seguir con algo nuevo que aprender.

El problema aquí es que esa fama puede mover a que se hagan cosas sin discriminar, adelantándose a los ensayos clínicos apropiados y la comprobación de las hipótesis nuevas. Basándose en investigaciones que no están plenamente confirmadas, algunos ponentes de la reunión de la Casa Blanca instaron a que se estableciesen programas federales que subiesen los sueldos y aumentasen la formación de los asistentes sociales, mejorasen la educación de los padres, expandiesen la formación de los pediatras y ampliasen la cobertura de la asistencia sanitaria prenatal.

La «prueba» de que el desarrollo cerebral de los niños pequeños se potencia cuando se los expone a la música clásica es el mejor ejemplo de correr más que las investigaciones. Varios estudios recientes indican que es así, otros que no, y la reproducción de los resultados positivos no es concluyente todavía. No obstante, el

gobernador de Georgia Zell Miller añadió 105.000 dólares a la propuesta de presupuestos de su estado para 1998 para que se incluyese una casete o un disco compacto de música clásica en el paquete de regalitos que los hospitales mandan a los hogares de los cien mil niños que nacen en el estado cada año. La propuesta de Miller y la rueda de prensa que dio al respecto, salieron en los titulares de la prensa de toda la nación. «Nadie pone en duda que oír música a muy corta edad afecta al razonamiento espacial temporal en que se basan las matemáticas y la ingeniería, y hasta el ajedrez», dijo. «Hacer que el niño pequeño oiga música suave ayuda a esos billones de conemones a desarrollarse.»

La atención que el gobernador prestaba a las investigaciones sobre el cerebro era digna de elogio, pero su actuación puede que fuese prematura. No es que preocupe que haya podido malgastar el dinero del estado. Como dijo en respuesta Sandra Trehaub, profesora de psicología de la Universidad de Toronto que estudia la percepción de la música por los niños pequeños: «Si de verdad creemos que tragarse una píldora, comprar un disco o un libro, o tener una experiencia cualquiera será lo que nos lleve a Harvard o Princeton, estamos engañándonos». John Breuer, presidente de la Fundación McDonnell, organización que financia investigaciones biomédicas y del comportamiento que puedan, afectar a la educación, advierte que, si bien los programas de educación temprana pueden tener grandes ventajas, la neurociencia no da aún razones para pensar que sea así. El nexo solo está empezando a resultar claro. Y como pone sobre aviso Michael Gazzaniga, destacado neurocientífico de Dartmouth, corremos el peligro de pasarnos de la raya con «un parloteo pseudocientífico políticamente correcto» si dejamos que el entusiasmo ahogue los hechos.

La propia Hillary Clinton cayó en la cuenta de que la reunión de la Casa Blanca podía llevar a que se tomaran decisiones prematuras e irresponsables, y de que había que temperar el entusiasmo que catalizó. Una semana después admitía, en una aparición en Good Morning America, de la ABC, que centrarse tanto en la apropiada estimulación de los niños pequeños «hinchaba la responsabilidad» en lo tocante a qué debían y qué no debían hacer los padres.

Por eso, en este libro vamos a fijarnos con detenimiento en los hallazgos de las investigaciones, en particular en este capítulo. Hay mucho que podemos aprender acerca de cómo mejorar el desarrollo del cerebro, del nuestro o del de los niños, pero hemos de mantener la vista adiestrada para que distinga las investigaciones que pueden aplicarse a nuestras vidas diarias de las que, por ahora, no pasan de interesantes.

UNA JUNGLA DE NEURONAS

El cerebro humano es el responsable de cómo pintaba Van Gogh, de la creación de la democracia, del diseño de la bomba atómica, de las psicosis y del recuerdo de las primeras vacaciones y de cómo sabía aquel perrito caliente. ¿Cómo abarca ese órgano tamaña diversidad?

El cerebro no es un sistema que tenga una organización nítida. Suele comparársele a una jungla feraz de cien mil millones de células nerviosas, o neuronas, unos cuerpos celulares en un principio redondeados de los que van saliendo prolongaciones, los axones y las dendritas. Cada célula nerviosa tiene un axón y hasta cien mil dendritas. Las dendritas son el medio principal que tienen las neuronas para obtener información (aprender), y los axones son el medio principal de pasar información (enseñar) a otras neuronas. La neurona y sus miles de vecinas mandan raíces y ramas los axones y las dendritas- en todas las direcciones, y se entretejen y forman una maraña interconectada, con cien billones de conexiones que no paran de cambiar. Es mayor el número de formas

posibles de conectar las neuronas en el cerebro que el de átomos en el universo. Las conexiones guían nuestros cuerpos y conductas a la vez que cada uno de nuestros pensamientos y cada una de nuestras acciones modifican físicamente sus patrones.

Esta caracterización del cerebro como cerebro que se desarrolla permanentemente era herética hasta hace poco. Durante décadas los científicos sostuvieron que, una vez habían quedado completas las conexiones físicas en la niñez, el cerebro fraguaba. Las pequeñas neuronas y sus interconexiones quedaban fijas; las neuronas y los nexos podían morir, pero no fortalecerse, reorganizarse o regenerarse. Hoy, esos axiomas se han enmendado y ampliado. Gracias a la agudeza de las técnicas de toma de imágenes y a brillantes investigaciones clínicas, ahora tenemos pruebas de que el desarrollo es un proceso continuo, sin fin. Los axones y las dendritas, y sus conexiones, pueden modificarse hasta cierto punto, fortalecerse, quizá hasta volver a crecer.

El logro de Temple Grandin enseña que el cerebro tiene una gran plasticidad. Pero ¿qué pasó realmente dentro de su cabeza? Michael Merzenich, de la Universidad de California en San Francisco, nos da una pista importante.

Merzenich implantó electrodos en los cerebros de seis monos ardillas adultos, en la región que coordina el movimiento de los dedos. Por medio de una toma de imágenes computarizada creó un mapa de las neuronas que se encendían cuando los monos manipulaban objetos. Colocó luego cuatro recipientes de tamaño decreciente con comida delante de sus jaulas. Puso una pastilla con sabor a plátano en el recipiente mayor. Los monos sacaban los brazos entre los barrotes y hurgaban con los dedos en los recipientes hasta que daban con su pastilla y se la comían. Practicaron docenas de veces durante varios días.

Cuando tenían ya dominado el recipiente mayor, Merzenich puso las pastillas en el recipiente que venía a continuación por tamaño. Tras varios días de repetición, las pastillas se pasaron al tercer recipiente, y luego al cuarto. Al final del experimento los monos eran habilidosísimos con los dedos.

Pasado solo un día, las imágenes computarizadas mostraban que el tamaño de la zona del cerebro que se activaba cuando los monos movían los dedos había aumentado. A medida que los animales conquistaban recipientes cada vez menores, la zona crecía; el número de células que participaba en la tarea aumentaba. Pero una vez las neuronas de la corteza dominaron el cuarto recipiente, la zona disminuyó de nuevo; a medida que la tarea iba siendo más automática se delegaba su ejecución a otras partes del cerebro, más abajo en la cadena de mando. La parte expandida de la parte ejecutiva del cerebro, la corteza cerebral, ya no tenía que encargarse de la tarea y guiar la mano. Esta parte de mando del cerebro, el centro de control, volvió a su tamaño original y liberó neuronas para aprender otras cosas.

Hay pruebas de que en los seres humanos pasa lo mismo que en los monos de Merzenich. Álvaro Pascual-Leone, de la Escuela de Medicina de Harvard, y Avi Karni, de hospital universitario Hadassah, de Israel, han demostrado, cada uno por su parte, con técnicas de toma de imágenes la toma de imágenes por resonancia magnética (IRM), por ejemplo, y la estimulación magnética transcraneal- y en sujetos humanos vivos, que la adquisición de destrezas recluta más neuronas corticales para dominar la tarea, y que cuando esta va siendo más automática se va usando menos de la corteza reclutada.

El cerebro, pues, tiene una habilidad tremenda para compensar, para modificar sus conexiones, con la práctica. Temple se entrenó ante las puertas del Safeway durante horas cada día durante varios meses hasta que automatizó esa destreza. Al principio le era increíblemente difícil; al final lo hacía sin concentrarse mucho. Una vez hubo dominado la actividad que en un principio era de orden superior, es probable que se la empujase a las regiones inferiores del cerebro y quedase libre la corteza para aprender

una nueva maña. Parece que lo mismo pasó con su repetición de las cintas de Al-Sadat y Begin y la subsiguiente aplicación a sus propias conversaciones. La práctica cuenta.

De la historia de Temple y de los monos de Merzenich aprendemos que a lo largo de la vida adulta nuestros cerebros son maravillosamente plásticos. La estructura cerebral no está predeterminada y fijada. Podemos alterar el desarrollo en marcha de nuestros cerebros y, por tanto, nuestras capacidades. Pero esto no siempre es beneficioso; como pasa a veces cuando el cerebro intenta adaptarse, la modificación de las conexiones puede empeorar las cosas.

MUERTE CELULAR MASIVA

El cerebro humano ha evolucionado siempre, gracias a la selección natural, en la dirección de empujar adelante a nuestros genes. Secciones diferentes del cerebro se expandieron y especializaron, partiendo del no tan complejo abultamiento al final de la médula nerviosa de los vertebrados primitivos, para adaptarse a entornos diferentes a lo largo de la historia evolutiva. En peces y anfibios la percepción visual del movimiento era importante para seguir a la presa o escapar de los depredadores, y por eso las partes del cerebro encargadas de ese sentido se expandieron con el tiempo en esos animales. En los monos y en los primeros seres humanos hacía falta percibir el color porque para distinguir qué frutas estaban maduras y cuáles no, y había que percibir formas hasta cuando no había movimiento. Por eso la corteza cerebral se expandió grandemente en su evolución para manejar esos complejos problemas visuales. De manera semejante, la necesidad de manejar esos objetos en los árboles y de ir de una rama a otra condujo a sistemas motrices especializados que no eran útiles en un entorno acuático.

Pese a las especializaciones propias solo de nuestra especie, nuestros cerebros conservan los tres componentes básicos presentes ya en los vertebrados más simples: el rombencéfalo, en la parte más alta de la médula espinal, que controla las sensaciones y el movimiento de los músculos de la cara y de la garganta, el mesencéfalo, más hacia el centro de la cabeza, que se encarga de algunos movimientos de los ojos y aspectos rudimentarios de la audición y la visión, y el prosencéfalo, o cerebro anterior, o cerebro propiamente dicho, que llega a su logro más glorioso en los seres humanos y que contiene la corteza cerebral, las fibras de materia blanca que conectan las neuronas de la corteza entre sí y con otras neuronas, y además esas zonas que están en las profundidades del cerebro y coordinan las funciones sensoriales y motrices automáticas. La corteza está formada por las capas de neuronas que se encuentran inmediatamente debajo de los huesos del cráneo y se extiende desde justo detrás de la frente hasta donde la parte trasera de la cabeza se junta con el cuello, cubriendo la parte superior y los lados del espacio que delimita el cráneo. La corteza ha evolucionado y se ha expandido, se han añadido muchas zonas funcionales, que participan en actividades diversas, desde jugar al baloncesto a escribir programas de ordenador. Sin embargo, conservamos nuestro pasado ancestral; la depresión estacional que muchos experimentan en la lúgubre oscuridad de enero procede quizá de los animales que sobrevivían a los inviernos fríos y sin alimentos lentificando su mecanismo e invernando. Esa vieja conexión persiste en nuestros cerebros pese al calor eléctrico y las tiendas que abren por la noche.

El cerebro humano tiene la misma organización, los mismos tipos de neuronas y el mismo conjunto de neurotransmisores los mensajeros químicos entre las neuronas- que los cerebros de otros mamíferos; por eso las ratas y los monos se usan tanto para comprobar las teorías acerca del funcionamiento del cerebro humano. En realidad, los mecanismos básicos de control para el desarrollo del cerebro están compartidos entre todas las especies. Podemos, pues, estudiar los gusanos, los peces e incluso las moscas

para que nos ayuden a desentrañar los procesos genéticos y químicos que guían el desarrollo del cerebro humano.

No obstante, la corteza, que en la mayoría de las especies es muy pequeña comparada con otras zonas del cerebro, constituye nada menos que el 80% del cerebro humano. Comparada con la de otros animales, nuestra enorme corteza tiene además muchas más regiones especializadas para funciones específicas, como la de asociar palabras y objetos, o la de formar relaciones y reflexionar sobre ellas. La corteza es lo que nos hace humanos.

El desarrollo del cerebro humano empieza poco después de que el espermatozoide haya penetrado en el óvulo. El cigoto empieza a dividirse --dos, cuatro, ocho, dieciséis-- hasta que hay cientos de células. Para el decimocuarto día, la minúscula bola de células que se multiplican empieza a plegarse sobre sí misma. Recuerda a lo que pasa cuando un dedo aprieta un globo blando: las células de la superficie exterior empiezan a moverse hacia el interior de la esfera. Este movimiento activa los genes de las células que formarán el sistema nervioso, el globo comprimido se alarga y sigue doblándose sobre sí mismo hasta formar un tubo. Un extremo del tubo se convertirá en la médula espinal, el otro en el cerebro. La división celular continúa, y para la octava semana el cerebro ha desarrollado sus tres partes. Las primeras semanas y meses son un tiempo de producción y sobreproducción furiosas de células; cada minuto se crean 250.000 neuroblastos, o células nerviosas primitivas.

Durante y después de este período las neuronas se diferencian para realizar distintas funciones, primero viajando a un sitio específico, luego extendiendo una mano abierta a las neuronas vecinas. Desde el principio de su construcción, el cerebro es un cerebro social y las neuronas hacen conexiones con sus vecinas o mueren por falta de contacto. Empiezan a desarrollarse pequeñas colonias por su cuenta y luego se extienden hacia otras comunidades migratorias. La continua división de células en el interior del tubo neuronal produce una cantidad increíble de neuronas, que se desplazan sin desviarse hasta que llegan a la corteza que está desarrollándose. No obstante, algunas se mueven hacia los lados hasta alejarse una buena distancia de la comunidad original, o clon, de neuronas. Cabe presumir que estas emigrantes se establecerán en otras comunidades y abrirán el camino a la comunicación entre los dos sitios, como unas embajadoras.

La migración puede marcar la diferencia entre un funcionamiento normal y uno deficiente. No hace tanto, a principios de los años ochenta, los científicos creían que cada célula del cerebro fetal tenía una función y una localización predeterminadas en el cerebro adulto. Hoy sabemos que la migración misma afecta a la obtención de una identidad por las neuronas y a la manera en que organizan la arquitectura cerebral. Por ejemplo, las neuronas visuales se convierten en neuronas visuales no solo porque nazcan como tales, sino porque migran a una parte del cerebro adonde llega la información visual. Que las neuronas emigren adecuadamente, pues, es importante para el desarrollo de la función cerebral normal. Hay una lista cada vez más larga de dolencias, entre ellas el autismo, la dislexia, la epilepsia y la esquizofrenia, que quizá estén causadas en parte por un problema durante la migración. Un sinnúmero de cosas pueden ir mal durante el viaje, mientras una neurona se vuelve funcional. Tanto las demás células con las que las neuronas entren en contacto a lo largo del camino como los genes concretos que se enciendan y apaguen en ellas en respuesta al entorno fetal, contribuyen a la forma y función que adopten. Por lo tanto, las hormonas, los factores de crecimiento, las moléculas de adhesión celular que hacen que unas neuronas se peguen con otras, otras señales entre las células que no se conocen bien todavía y las sustancias que haya en la sangre de la madre, tienen algún efecto en la determinación de dónde acabarán las neuronas y cómo actuarán. El entorno interno guía a los genes para hacer el cerebro.

En su viaje, guían y alimentan a las neuronas las protectoras células gliales, que forman un andamio a lo largo del cual migran las neuronas, una red que soporta, guía, protege y nutre. Una vez las neuronas llegan a sus lugares finales, las células gliales se quedan, pero cambian su forma y sus propiedades moleculares para realizar funciones diferentes. Aparecen dos tipos de glia: uno controla el metabolismo y la función de las neuronas; el otro, que forra los axones con una sustancia grasa llamada mielina, controla la velocidad a la que los axones conducen la información. Los dos tipos principales de células, las neuronas y la glia, constituyen el cerebro, que para el octavo mes del embarazo está ya bastante acabado. En ese punto hay el doble de neuronas que en el cerebro adulto. A medida que el cerebro envejece las neuronas débiles, o que no se usan, o que sencillamente no valen para el trabajo que ha de hacerse, se eliminan para dejar unas conexiones más eficientes para las que estén llevando a cabo el trabajo del cerebro. El principio de «las usas o las pierdes» entra en acción, y las células que se «tumban a la bartola» mueren mientras que las que hacen ejercicio se fortalecen y desarrollan más conexiones.

Millones de neuronas recorren distancias asombrosas, equivalentes a una caminata de Nueva York a San Francisco. Dónde se establezcan contribuye a determinar nuestro temperamento individual, nuestros talentos, puntos flacos y rarezas, así como la calidad de los procesos de nuestro pensar. Si las neuronas pierden su camino en sus largos viajes será posible que el desarrollo sufra perturbaciones; por eso es tan importante que las embarazadas no ingieran sustancias dañinas; la presencia en un momento crítico de una sustancia química determinada en el cerebro enviará a las neuronas por la rama equivocada de la bifurcación, o detendrá, simplemente, el proceso y causará destrozos. El alcohol, la nicotina, las drogas y las toxinas, infecciones como la rubéola y la carencia de ciertos nutrientes como el ácido fólico pueden interrumpir la migración.

Cuando se radican en su emplazamiento final por qué se paran donde se paran sigue siendo un misterio-, a las neuronas les crecen dendritas y axones para comunicarse con otras dendritas y axones. Los tentáculos se extienden para tocarse, pero no llegan a hacerlo del todo. Como los dedos estirados de Dios y Adán en el techo de la capilla Sixtina, siguen separados por un pequeño hueco, la hendidura sinóptica. Los axones y dendritas comunican mandando mensajeros químicos los neurotransmisores- de un lado al otro de la sinapsis. Una sola neurona puede comunicarse a través de cien mil sinapsis.

Unas señales químicas llamadas factores tróficos les dicen a los axones dónde y cómo han de conectarse. Que la estimulación eléctrica se mantenga o no determina si sobrevivirá una conexión entre las neuronas, incluso si una neurona dada vivirá o morirá. A causa de la enorme sobreproducción de neuronas, no hay suficiente jugo bioquímico para mantener a todos los axones que buscan conexiones. Los axones batallan por unos sitios limitados, y los que pierden la competición mueren. Otros que intentan conectarse con el tipo equivocado de neurona se quedan sin alimentación. No obstante, no hay una competición ciega de las neuronas por la supervivencia. Por el contrario, unas fuerzas externas a cada elemento en cuestión (receptores, sinapsis, etc.) determinan el grado en que se usan y por lo tanto su supervivencia. Al principio la actividad que determina la supervivencia es aleatoria y espontánea, pero va siendo más organizada a medida que el feto, y luego el niño, capta señales del entorno.

Dos procesos secuenciales de eliminación afinan a continuación las redes neuronales iniciales que se forman. Uno causa la pérdida de neuronas enteras y el otro la pérdida de ramas y sinapsis. En ambos parece que hay competencia por las cantidades limitadas de señales químicas específicas liberadas por las células blanco. En el primer proceso, las neuronas que no son capaces de obtener suficientes señales de sus células blanco sufren una muerte celular. Así se eliminan las neuronas que han hecho conexiones

inapropiadas y sirve para que coincida el número de neuronas y de células blanco. En el segundo proceso, las conexiones entre las neuronas supervivientes se refinan con la extirpación de ciertas dendritas y sus sinapsis y la estabilización de otras en un proceso que depende de la actividad eléctrica a lo largo de los axones y de la competencia entre las células blanco vecinas. A medida que el cerebro madura, el uso sigue modificando las conexiones sinópticas.

Un período de muerte celular durante las últimas fases del embarazo acaba casi con la mitad de las neuronas del cerebro; probablemente son fagocitadas, devoradas, por las células de mantenimiento del cerebro, y las moléculas se reciclan localmente. El número de neuronas desciende de doscientos mil a cien mil millones. Esta vasta mortandad celular es normal; elimina las conexiones erróneas y débiles que podrían inhibir el funcionamiento eficiente, apropiado del cerebro. Es un ejemplo clásico del increíble ingenio de la evolución, que nos hace ser unas criaturas con mucha capacidad de adaptación. Señala también que, incluso en los mismos principios de su desarrollo, el cerebro es un órgano social: donde no hay conexión no hay vida.

Cuando nace, un niño tiene millones de conexiones buenas que esperan una asignación concreta. A medida que el mundo lo exige, se va requiriendo a muchas de las conexiones para tareas concretas: ver, parlotear, recordar, tirar una pelota. Las conexiones que no se usan acaban por ser eliminadas. A falta de una estimulación adecuada, una célula cerebral morirá, pero si se la alimenta con experiencias enriquecidas, brotarán nuevas ramas y conexiones en sus sinapsis neuronales.

Las neuronas que sobrevivieron se comunican con la rapidez del fuego por las sinapsis. Cuantas más veces se utilice una determinada conexión más fuerte será esa ruta. Se producen continuamente miles de millones de esos intercambios en el cerebro. Algunas conexiones transmiten señales a menudo, otras solo de vez en cuando, y los mensajes cambian constantemente. La red exacta de conexiones entre las neuronas en un momento concreto está determinada por una combinación de la constitución genética, el entorno, la suma de experiencias a que hemos sometido al cerebro y la actividad con la que lo bombardeamos ahora y en cada segundo del futuro. Lo que hacemos momento a momento influye en gran medida en cómo la red se vuelve a tejer a si misma continuamente.

DROGAS, DESNUTRICIÓN Y ESTRÉS

Todos deberíamos hacer caso de la lección que sigue, pero las que vayan a ser madres deberían tomársela muy en serio. El cerebro que se desarrolla en el feto es extremadamente sensible a su entorno. La mayoría de las embarazadas son conscientes de en qué peligros pueden poner a sus hijos aún no nacidos, pero puede que no se den cuenta de hasta qué punto lo que hagan puede influir en ellos. Fijémonos en algunos de los casos más notorios de influencia ambiental.

Fumar

Los cigarrillos son probablemente la «droga» más comúnmente consumida durante el embarazo. Pese a las advertencias, del 20 % al 25 % de las embarazadas siguen fumando. La nicotina puede reducir el flujo sanguíneo que reciben el feto y la placenta porque contrae los vasos sanguíneos. Hace que disminuya el ritmo cardíaco y los movimientos respiratorios del feto, y lo expone al monóxido de carbono.

Fumar aumenta de manera considerable el riesgo de que un niño nazca prematuramente y bajo de peso. El riesgo de un aborto espontáneo es 1,7 veces mayor

para las madres fumadoras que para las que no fuman. El que haya anomalías congénitas, 2,3 veces. Las investigaciones han demostrado además que hay un 50% más de casos de retraso mental entre los hijos de madres que fumaron durante el embarazo, y que cuanto más fumó la mujer durante el embarazo más probable era que el hijo fuese retrasado. Tiene su importancia que entre los hijos de madres fumadoras hubiese tres veces más casos de trastorno del déficit de atención (TIJA) y una reducción, es bien sabido, del peso al nacer, lo cual se cree que influye mucho en el desarrollo del cerebro. La incidencia del síndrome de la muerte súbita infantil es mayor también entre los niños cuyas madres fumaron durante el embarazo. El consumo prenatal de marihuana tiene efectos parecidos. Que una madre fume afecta al niño aún no nacido porque ciertas sustancias de su sangre pasan al feto a través de la placenta. Las investigaciones indican que la nicotina se concentra realmente en el feto, que queda expuesto a un nivel de la droga superior incluso al que experimenta la madre.

La teoría más aceptada relativa a la razón de que la nicotina afecte al desarrollo del cerebro del feto es que la droga interfiere con la migración natural de las neuronas, con sus conexiones y con la adecuada purga de neuronas durante el desarrollo fetal, si bien no se ha encontrado aún un nexo directo. Hay indicios también de que la nicotina puede desregular el sistema dopamínico, socavando así el efecto modulador que la dopamina tiene en el desarrollo del cerebro.

Alcohol

El consumo de alcohol durante el embarazo puede tener efectos devastadores. Los estudios microscópicos de los cerebros fetales muestran que el alcohol hace que la migración celular no salga bien. Una vez empiezan su viaje, las neuronas no saben dónde han de parar, pierden los destinos adecuados y a menudo mueren. El resultado es que sea frecuente que los cerebros de los niños cuyas madres beben regularmente sean pequeños y estén encogidos y mal formados, con una densidad de neuronas menor. Los que nacen con este síndrome alcohólico fetal (SAF) darán cocientes de inteligencia bajos en la niñez y tendrán para cuando lleguen al bachillerato y a la edad adulta serias dificultades para leer y escribir; mostrarán además mala adaptación en su conducta y padecerán de hiperactividad y depresión.

La noticia verdaderamente mala es que, como pasa con cualquier otra toxina que afecta al desarrollo, los efectos más graves del alcohol se producen al principio del embarazo: las primeras seis semanas son cruciales. Si una mujer bebe durante ese período, para cuando caiga en la cuenta de que está preñada puede que el daño ya esté hecho. Teniendo esto en cuenta, puede que haya cientos de miles de personas que padecen cierto grado de discapacidad mental o física por haber estado expuestas in utero al alcohol.

Las investigaciones muestran además que los efectos asociados con el SAF persisten e incluso aumentan cuando los niños llegan a adultos. Hay además una versión más sutil de los daños fetales que recibe el nombre de «efectos alcohólicos fetales» (EAF). Un estudio reciente de 253 personas diagnosticadas con SAF y EAF comprobó que el 90% tenían problemas de salud mental, la educación del 60% se había interrumpido, el 60% había tenido problemas con la ley y el 50% había sido acusado de tener una conducta sexual incorrecta. Esto apunta a algo que se repetirá una y otra vez en este libro: puede que algunas formas de conducta antisocial e incluso criminal estén ligadas a, si no causadas por, problemas físicos del cerebro.

Mientras se desarrollan los tratamientos, la sociedad puede hacer mucho por prevenir el SAF y los EAF, en primer lugar educando a todos los ciudadanos sobre los peligros de beber durante el embarazo. Cocaína

Solo se han llevado a cabo unos pocos estudios sobre el consumo de cocaína durante el embarazo. Hacen falta más, pero los primeros resultados indican efectos similares a los del alcohol. La cocaína interfiere con la transferencia de nutrientes y puede reducir la cantidad de oxígeno que pasa de la placenta al feto, perjudicando así el crecimiento del cuerpo y cerebro del feto. La mayoría de los estudios recientes, eso sí, arrojan que muchos de los efectos de la cocaína desaparecen cuando el niño pequeño va madurando.

Desnutrición

Es más fácil que al feto le afecten durante el embarazo las sustancias extrañas que una mala nutrición. No obstante, la escasez de ciertos nutrientes en la alimentación de la madre, del hierro, por ejemplo, o de la vitamina B12, del ácido fólico o de ácidos grasos esenciales, puede retardar el desarrollo del cerebro. Así, la investigación ha demostrado que hay una clara correlación entre una ingesta insuficiente de ácido fólico y una incidencia alta de la espina bífida. Si no se dispone de los nutrientes esenciales, dejan de formarse las neuronas y los cerebros resultantes son más pequeños, es menor la sobreproducción de neuronas en el feto y posteriormente es menor la purga o afinamiento y el desarrollo cognoscitivo. Tras el nacimiento, estos niños pesan menos, crecen más despacio, tienen una coordinación peor, es más frecuente que su vista sea mala y les cuesta más aprender. La desnutrición de los niños pequeños retarda también el desarrollo cerebral y perjudica a la cognición.

Sin embargo, las embarazadas angustiadas deben tener también cuidado en no pasarse. La moda de las vitaminas que sigue barriendo la cultura occidental hace que con demasiada facilidad, parece que imperativamente, se tomen dosis masivas de estas sustancias. El consumo de cantidades excesivas de ciertas vitaminas, sobre todo de la A y la D, puede ser tóxico e interferir con la neuroquímica del cerebro. Un estudio reciente muestra que el consumo de demasiada vitamina A por parte de las embarazadas puede causar defectos de nacimiento. Tomar grandes cantidades de retinol y de esteres de retinilo, las formas de vitamina A que se usan por lo común en los suplementos dietéticos, causa defectos de nacimiento en los ensayos hechos con muchos animales. Las embarazadas, con sus médicos, deben asegurarse de que ingieren las suficientes vitaminas, pero no demasiadas.

Toxinas

La mayoría recordamos las pavorosas advertencias que, de niños, nos hacían acerca de que no debíamos comer pintura. Una toxina como el plomo puede perturbar gravemente la química cerebral. Durante el embarazo, el plomo, los pesticidas, los gases anestésicos, los antibióticos, medicinas que se venden con y sin receta y hasta un fármaco contra el acné que contenga grandes cantidades de vitamina A actúan como toxinas en el cerebro del feto. Las radiaciones ionizantes, como los rayos X y los fármacos anticancerígenos, tienen el mismo efecto.

Puede que algunas sustancias químicas no interfieran con el desarrollo del cerebro. Según un breve estudio hecho en 1996 por la Universidad de Toronto de tres antidepresivos que se utilizan muy a menudo, la paroxatina, la sertralina y la fluvoxamina, no parecía que causasen defectos de nacimiento, lo que concuerda con las

investigaciones con animales y los estudios hechos antes sobre el efecto del antidepresivo Prozac en las embarazadas. No obstante, como el estudio observó solo a 267 futuras madres, era demasiado limitado para establecer que esos fármacos son seguros durante el embarazo. Además, no exploró las diferencias de conducta entre los niños nacidos.

Un estudio previo del Prozac no vio que afectase al cociente de inteligencia, al lenguaje o al comportamiento de los niños expuestos al fármaco mientras eran fetos. No obstante, otras investigaciones indican un porcentaje mayor de «anomalías menores» de nacimiento, como unas rayas de la palma de la mano anormales. Mientras no se hagan más investigaciones, las mujeres que tomen antidepresivos o cualquier otra medicación y estén pensando en quedarse embarazadas deben consultar al médico acerca de los riesgos que su salud y la del feto corren si siguen con la medicación o si la interrumpen.

Por su parte, los que quieran ser padres harían bien si no se expusiesen al tabaco, el alcohol, las drogas y las toxinas durante al menos tres meses (eso es lo que vive el espermatozoide) antes de la concepción.

DARWINISMO NEURONAL

En las primeras etapas del desarrollo, las neuronas viajan libremente por el cerebro, si bien las instrucciones genéticas les marcan unas rutas generales. Mientras van de camino, algunas se dividen en más neuronas, algunas se mueren y otras se afincan en sitios permanentes, hacen conexiones con las vecinas y construyen los complejos circuitos del cerebro. Los genes proporcionan las líneas básicas que controlan la formación por parte de las neuronas de redes que funcionen, pero el entorno químico exacto influye en qué neuronas se conectan con cuáles.

Todos nuestros cerebros tienen las mismas características generales que nos hacen humanos, pero cada conexión neuronal es única y refleja la dotación genética especial de las personas y las experiencias de su vida. Las conexiones de los circuitos se fortalecen o debilitan a lo largo de la vida según se las use. El neurólogo y premio Nobel Gerald Edelman, director del Instituto de Neurociencias de la Clínica Scripps de La Jolla, California, llama a ese proceso darwinismo neurológico. Las conexiones que manejan bien las señales sensoriales que reciben, que pueden convertirlas en acciones efectivas, permanecen intactas y se hacen fuertes. Las que no, mueren en un proceso que recuerda a la selección natural. Las neuronas y los circuitos de los que forman parte compiten con otras neuronas por su supervivencia, y las mejor adaptadas al entorno sobreviven. El entorno que nos rodea lo que ingerimos e inhalamos, la cantidad y el tipo de luz y sonido cambia realmente la interconexión física de las sinapsis dentro del cerebro; nos proporciona así unos circuitos más eficaces y hace que cada uno acabemos teniendo un cerebro exclusivamente nuestro, adaptado a nuestras necesidades concretas.

El darwinismo neuronal es la teoría que explica por qué el cerebro ha de ser plástico, es decir, capaz de cambiar cuando nuestro entorno y experiencias cambian. Para empezar, por eso podemos aprender, y olvidar lo aprendido también, y por eso quienes sufren lesiones cerebrales pueden recuperar funciones perdidas. La idea subraya además dos de los lemas de este libro. «Las neuronas que se disparan juntas se conectan juntas» quiere decir que cuanto más se repitan las mismas acciones y pensamientos -desde practicar el saque en tenis a memorizar la tabla de multiplicar-, más fomentamos la formación de ciertas conexiones y más se fijan los circuitos neuronales de esa actividad en el cerebro. «Los usas o los pierdes» es el corolario: si no se ejercitan los circuitos neuronales, las conexiones no serán adaptativas y lentamente se debilitarán, y puede que lleguen a perderse.

NATURALEZA o CRIANZA

Por ser completamente humanos, lo cual significa entre otras cosas que entendemos quiénes y qué somos, sentimos curiosidad por saber qué fuerza desempeña un papel mayor en el desarrollo, si los genes o el entorno. El debate sobre «la naturaleza o la crianza» lleva candente dos mil años. En los extremos opuestos están los eutenistas, que ponen como causas de todos los problemas mentales a los malos padres y a los males de la sociedad, y los defensores de la eugenesia, que le echan la culpa de todos los problemas sociales a los genes defectuosos y quieren impedir que los «malos» se reproduzcan.

En realidad no hay debate. Lo que somos, en su mayor parte, es el resultado de la interacción de nuestros genes y nuestras experiencias. En algunos casos los genes son más importantes, en otros lo es el entorno. Tendemos a simplificar demasiado porque queremos dar con una sola causa de un problema particular de manera que podamos concentrar nuestros esfuerzos en una sola «cura». Hay quienes esperan que programas como Head Start, que se proponen cambiar el entorno del niño, mejoren el desarrollo intelectual. Otros esperan que un solo fármaco o una sola alteración génica curen cualquier comportamiento agresivo. Rara vez funcionan enfoques tan simplistas. El verdadero problema es cómo genes y entorno se influyen entre sí, y en la estructura del cerebro y en el comportamiento. Desentrañar la contribución de cada factor es difícil porque nunca podremos entender del todo los genes de un individuo fuera de un entorno, y nunca podremos estudiar los efectos del entorno en una persona poniendo «a un lado» sus genes.

Desde los años noventa, el péndulo se ha inclinado por la naturaleza. Parece que casi cada día nos enteramos de un descubrimiento nuevo; ahora se ligán genes a la enfermedad de Alzheimer, a mojar la cama, a la obesidad e incluso a la felicidad en general. Muchos aspectos del desarrollo que antes se atribuían al aprendizaje, a malos hábitos o al entorno se cree ahora que están determinados por los genes. A la mayoría nos fascina el Proyecto Internacional del Genoma, que está cartografiando la función de los cien mil genes en el Genoma humano, 30.000 a 50.000 de los cuales son para el cerebro. Pero debemos recordar que la genética no es el destino. Con solo 50.000 genes para el cerebro no basta, ni mucho menos, para explicar los cien billones de conexiones que se hacen allí. Los genes ponen límites al comportamiento humano, pero dentro de esos límites hay un espacio inmenso para la variación determinado por la experiencia, la elección personal e incluso el azar.

El punto que debe recordarse es que los genes pueden estar activos o inactivos, y que todo lo que hacemos afecta a la actividad de nuestros genes. Tendemos a pensar en los genes como si fueran unos entes minúsculos aislados del resto del cuerpo, pero residen en cada célula, esté en un muslo o en la corteza cerebral. Por ejemplo, los genes activan la red exploradora del cerebro de un niño, y cuanto más rico sea el entorno de este, más se encenderán esos genes y más explorará el niño. Los adultos experimentan muchos efectos similares: el aprendizaje aumenta la activación de los genes que ponen en marcha la producción de las proteínas que el cerebro necesita para solidificar la memoria.

En unos pocos casos, un solo gen tiene un control completo sobre si se desarrollará un carácter determinado; si un hombre tiene el gen de la ceguera al color o de la enfermedad de Huntington sufrirá esas enfermedades. Por lo demás, es raro que un solo

gen controle algo. También hay unos cuantos casos, como en las enfermedades cardíacas, en que los genes predisponen a un posible problema, pero la forma de vida puede ser el factor determinante más importante.

La mayoría de nuestros caracteres se deben a la interacción de muchos genes, al igual que a la influencia del entorno. Por eso es muy improbable que pautas concretas de conducta, como robar o ser brillantes en matemáticas, puedan ser completamente hereditarias. Si el hijo actúa como el padre en esos casos será más que nada porque el hijo ha crecido en un ambiente criminal o porque se le haya alabado por resolver problemas matemáticos y animado a practicar juegos como el ajedrez, que promueven el pensamiento espacial. El entorno puede negar incluso predisposiciones genéticas fuertes. Por ejemplo, la diabetes tipo II es muy genética, pero si la persona susceptible evita tener sobrepeso cuando vaya siendo de mediana edad es muy probable que los genes de esa enfermedad no se activen. Otro ejemplo: se ha observado que aunque los gemelos tienen un conjunto de genes idéntico, no es raro que uno de los dos padezca un síndrome de Tourette severo -una dolencia neurológica caracterizada por la presencia de tics y efusiones de lenguaje sucio-, mientras que en el otro apenas si es observable. La interacción con el entorno explica la gran diferencia de la gravedad de la enfermedad.

Se utilizan a menudo los estudios de gemelos separados al nacer como prueba en el debate entre naturaleza y crianza. Pueden ser valiosos, pero esta prueba está viciada desde el principio por varias razones, una de las cuales es que la diferente posición de cada feto con respecto a la placenta puede hacer que sean distintos también el aporte de sangre, los niveles hormonales y otros factores que no son intrínsecos a los genes de los gemelos. Que un gemelo sea un «niño delantero» o uno «trasero», un «niño de bazo» o uno «de hígado», supone una diferencia.

Tenemos que aprender mucho antes de que podamos sacar conclusiones acerca de qué es más importante, la naturaleza o la crianza, y para qué aspectos del desarrollo. Si el entorno fuese absolutamente importante, costaría explicar el fenómeno a los niños prodigio, esos a los que parece que les basta sentarse ante el piano o el tablero de ajedrez a una edad muy temprana para tocar o jugar, y aprenden muy deprisa, muy bien, sin apenas tener que enseñarles o sin que nadie les enseñe. Parece que los niños prodigio han de poseer un «talento» innato, es decir, un gen o genes para las capacidades intelectuales y físicas necesarias para tocar el piano o jugar al ajedrez.

El notable fenómeno de la existencia de los gemelos contradice directamente la idea de que el entorno es más importante que los genes. En esos casos, gemelos que han sido educados por separado (sin contacto) y se reúnen años después ven que sus vidas se parecen mucho. Ese fue el caso de un par de gemelos a los que se separó a las cinco semanas de nacer y que se criaron a 130 kilómetros de distancia, en Ohio. Cuando Jim Lewis y Jim Springer se volvieron a juntar a los treinta y nueve años de edad, se encontraron con que se habían casado los dos con mujeres que se llamaban Linda, que se habían divorciado y que las mujeres con las que se habían vuelto a casar se llamaban las dos Betty. Los dos fumaban sin parar cigarrillos Salem, bebían la cerveza Miller Lite, amaban las carreras de coches, odiaban el baloncesto e iban de vacaciones a la misma playa de Florida. Unos estudios realizados con 7.000 pares de gemelos por el Centro de Minnesota de Investigación de los Gemelos y de la Adopción dieron como resultado que una serie de caracteres pueden estar impulsados por los genes, entre ellos la alienación, el liderazgo, la vulnerabilidad al estrés e incluso la creencia religiosa y la elección de profesión.

Pero resulta también que en algunas parejas de gemelos separados al nacer, uno era esquizofrénico de adulto y el otro no.

¿Cómo es posible, si tienen los mismos genes? Puede que el entorno sea la respuesta. Otros estudios de gemelos, muestran que el entorno puede mitigar o exagerar el efecto de los genes; un gemelo educado por unos padres que viven en el duro centro de una ciudad exhibe un comportamiento más agresivo y violento que su hermano criado en una urbanización de las afueras.

El punto que hay que recordar es que el problema no está en la oposición entre la naturaleza y la crianza, sino en el equilibrio entre la naturaleza y la crianza. Los genes no hacen que un hombre sea gay, o violento, o gordo, o un líder. Los genes no hacen más que proteínas. El efecto químico de esas proteínas puede provocar que el cerebro y el cuerpo sean más receptivos a ciertas influencias medioambientales. Pero el alcance de esas influencias tendrá tanto que ver con el resultado como los genes mismos. Además, los seres humanos no somos prisioneros de nuestros genes o de nuestro entorno. Tenemos libre albedrío. Se desacredita a los genes cada vez que alguien iracundo reprime su temperamento, que un gordo sigue una dieta, que un alcohólico rechaza una bebida. Por otra parte, se desacredita el entorno cada vez que un fenómeno genético gana, como cuando la capacidad atlética de Lou Gehrig fue vencida por su esclerosis amiotrófica lateral. Los genes y el ambiente colaboran en la conformación de nuestro cerebro, y podemos vérnoslos con ambos si queremos. Puede ser más duro para quienes tengan ciertos genes o entornos, pero ser «más duro» dista mucho de la predestinación.

APRENDER A CAMBIAR

Las rutas neuronales que controlan las funciones básicas necesarias para nuestra supervivencia los latidos cardíacos, el control de la temperatura, la respiración- están conectadas ya al nacer, pero muchas más rutas están determinadas por el mayor factor medioambiental de nuestras vidas: el aprendizaje. Aunque puede que la flexibilidad del cerebro disminuya con la edad, seguirá siendo plástico toda la vida, y se irá reestructurando con lo que aprenda.

Los cerebros de los niños de tres a diez años consumen el doble de glucosa, nutriente de la sangre, que los de los adultos, en parte porque son menos eficientes y están atareados formando un gran número de conexiones. Los estudios han demostrado además que a los niños que hacen ejercicio con regularidad les va mejor en la escuela. Nuevas investigaciones indican que el ejercicio de los adultos baña el cerebro con más glucosa, lo que puede que incremente las conexiones neuronales.

Como el cerebro joven elimina las conexiones débiles, las señales medioambientales que un niño reciba en sus primeros años pueden tener efectos asombrosos o devastadores en el tableado del cerebro y por lo tanto en el comportamiento futuro. Geraldine Dawson, de la Universidad de Washington, hizo un seguimiento de ciento sesenta niños desde sus primeros meses hasta los seis años. Vio que los niños de meses criados por madres deprimidas y por lo tanto no expuestos a muchas sonrisas o sonidos emocionados que respondan a sus acciones- presentaban una actividad reducida en la región frontal izquierda del cerebro, la zona a cargo de la expresión de emociones positivas. A los tres años y medio, era más probable que esos niños exhibiesen problemas de comportamiento. En casos como estos, la intervención de unos padres positivos o de otros que cuiden de los niños y hacer que las madres se pongan bajo tratamiento podría ayudar a reforzar las conexiones neuronales antes de que se eliminen para siempre.

Las neuronas compiten constantemente por hacer conexiones. Se han dibujado muchos mapas que emparejan cada región del cerebro con la función que controla: un

área para el habla, otra para las destrezas espaciales, etc. No obstante, los cambios en las señales medioambientales que se reciben modifican continuamente las fronteras. Cada uno de nosotros tendría un mapa preciso del cerebro diferente, que iría cambiando con el tiempo. Las conexiones que reciban señales de partes frecuentemente usadas del cuerpo se expandirán y se quedarán con una zona mayor que las que reciban señales de partes de uso infrecuente. Las IRM muestran que los cerebros de los violinistas dedican un área mucho mayor a las rutas que representan el pulgar y el quinto dedo de la mano izquierda los dedos con que tocan, que utilizan muchísimo en las horas de prácticas. Cuanto antes empieza un niño a practicar, mayor será el área de la corteza dedicada a esos dedos.

La competición por ganar más representación en el cerebro explica por qué hay que quitarles las cataratas que nublan su visión antes de que cumplan seis meses a los niños que nacen con ellas; si no, nunca verán. El cerebro debe aprender a ver, a hacer conexiones y a estimularlas con las señales que reciba de la retina. Si esas rutas cerebrales no se estimulan, se eliminarán por no ser útiles. Muchos que usamos gafas llevamos graduaciones diferentes en cada ojo para que tengan una fuerza parecida. Si no, las neuronas que atienden al más fuerte ramificarán sus conexiones y derrotarán a las neuronas que atienden al más débil, y la debilidad de este será permanente. A esta dolencia se le llama ambliopía. Para estimular las neuronas del ojo más débil y evitar que se vuelva ambliópico los oculistas ponen un parche en el ojo más fuerte. Si se cosen los párpados de un gato recién nacido, las conexiones neuronales del ojo se ajan y desaparecen por falta de uso. Si después se le descosen, nunca volverá a ver porque el ojo más fuerte ha tomado permanentemente las sinapsis disponibles y, lo que es más importante, el ojo más débil ha perdido para siempre también su capacidad de hacer conexiones.

Cambiar nuestras pautas de pensamiento modifica asimismo la estructura del cerebro. Jeffrey Schwartz, de la Escuela de Medicina de la Universidad de California en Los Ángeles, vio que los pacientes con el trastorno obsesivo compulsivo (TOC) que cambiaban su conducta problemática al resistirse repetidamente a ceder a su gana, poniéndose deliberadamente a hacer otra cosa en su lugar, mostraban una disminución de la actividad cerebral asociada con el impulso original. Según una teoría, los campos electromagnéticos que hay en las neuronas pueden orientarse entre sí de manera equivocada, pueden «engancharse», mientras dure una enfermedad o anomalía. Las neuronas no pueden salir del cauce creado por unas pautas anormales de actividad y se vuelven demasiado activas o inactivas, o incluso dejan de actuar porque sea demasiado fácil o demasiado difícil encenderlas. Una persona que se esfuerce por cambiar su comportamiento puede romper esos puntos muertos exigiendo a las neuronas que cambien sus conexiones para que ejecuten el nuevo comportamiento. El cambiar las pautas de encendido del cerebro por medio de pensamientos y acciones repetidos es también responsable de que se inicien la propia elección, la libertad, la voluntad y la disciplina. El fármaco Prozac puede ser útil para romper puntos muertos de este tipo.

Siempre tenemos la capacidad de remodelar nuestros cerebros. Para cambiar el cableado de una destreza debemos empeñarnos en alguna actividad que no nos sea familiar, que nos sea nueva pero guarde relación con esa destreza, porque el mero repetir la misma actividad solo mantiene conexiones ya establecidas. Para afianzar sus circuitos creativos Albert Einstein tocaba el violín. Winston Churchill pintaba paisajes.

Usted puede probar con rompecabezas para fortalecer las conexiones que tienen que ver con las habilidades espaciales, escribir para potenciar el área del lenguaje o debatir para ayudar a sus redes de raciocinio. Interaccionar con personas inteligentes e

interesantes es una de las mejores . formas de conseguir que las redes de uno sigan expandiéndose, en el cerebro y en la sociedad.

Algunas de estas actividades vienen bien gracias al fenómeno de las «influencias modales cruzadas» (en el mundo del deporte, del entrenamiento cruzado). Para ciertos grupos de destrezas, entrenar una parte del cerebro beneficia también a otras. Como veremos al hablar del lenguaje en el capítulo 7, los niños disléxicos que escuchan repetidamente sonidos prolongados generados por un ordenador pueden mejorar su capacidad de deletrear y leer. Un estudio de la Universidad de California mostró que los estudiantes universitarios que escuchaban sonatas de piano de Mozart justo antes de hacer unos tests de razonamiento espacial daban una puntuación más alta que los que escuchaban cintas de relajación o la música, más hipnótica, de Philip Glass. Pero este «efecto Mozart» duraba solo quince minutos, y otros estudios han mostrado mejoras menos claras o inexistentes. Hacen falta más investigaciones antes de que nos pongamos todos en la cabeza los cascos de un walkman de Sony o mandemos cintas de Mozart a los recién nacidos.

En cambio, son más fuertes los indicios de que los niños que escuchan y tocan música antes de los ocho años hacen mejor los tests de razonamiento espacial. Por ejemplo, el equipo de California estudió una clase de niños de tres años. La mitad de la clase asistió a clases de piano o de canto durante ocho meses. Sus puntuaciones en los rompecabezas, tests de razonamiento espacial y dibujo de figuras geométricas fueron nada menos que un 80% más altas que las de sus compañeros de clase que no asistieron a las lecciones de música. Los niños musicales fueron siendo gradualmente más rápidos y precisos en el razonamiento espacial a lo largo del año escolar y su inteligencia espacial se potenció. La teoría es que, al estar la música estructurada en el espacio y en el tiempo, practicarla fortalece los circuitos de que se vale el cerebro para pensar y razonar en el espacio y el tiempo, importantes para las matemáticas. Si los efectos de una práctica constante durante la niñez son permanentes, la capacidad mejorada ayudará a los niños en las matemáticas complejas y los problemas de ingeniería cuando sean mayores. Existe la teoría de que la música dispara patrones de encendido neuronal a lo largo de grandes regiones de la corteza que se usan también para el razonamiento espacial.

Las actividades que plantean dificultades a nuestro cerebro expanden realmente el número y la fuerza de las conexiones neuronales dedicadas a la destreza correspondiente. Pero como demostraron los monos de Merzenich, cuando las complejas áreas motrices se volvieron rutinarias se las empujó a áreas subcorticales, donde residen como programas más automáticos. Una vez se guarda un procedimiento en esta memoria inferior, queda fijado materialmente. Por eso podemos coger la proverbial bicicleta y pedalear pese a haber estado diez años sin hacerlo. Si estas destrezas hubiesen permanecido en la corteza superior y no se las hubiese usado, las conexiones se habrían ajado y perdido. Los adultos que dejaron sus grupos de rock and roll en el bachillerato ven, cuando vuelven a coger la guitarra años después, que todavía pueden tocar, y cuando sus hijos les traen sus primeros problemas de álgebra a casa todavía pueden resolver una ecuación algebraica.

Cuanto más se practiquen habilidades superiores, como montar en bicicleta o la cognición, más automáticas se volverán. Recién establecidas, estas rutinas requieren tensar y forzar la mente (la formación de nuevas y diferentes sinapsis y conexiones a ensamblas neuronales). Pero una vez la rutina se domina, el procesamiento mental es más sencillo. Las neuronas reclutadas inicialmente para el aprendizaje quedan libres para otras asignaciones. Esta es la naturaleza fundamental del aprendizaje en el cerebro.

La capacidad del cerebro de modificar sus conexiones significa, en un principio, que puede recuperarse de las lesiones que sufra. Los niños pequeños a los que se les ha

extraído un hemisferio cerebral entero porque sufrían una epilepsia severa consiguen compensarlo solo con discapacidades mentales o físicas leves. Una rehabilitación física y mental intensa permite a los circuitos del hemisferio que les queda reconectarse gradualmente y asumir muchas de las funciones que el hemisferio perdido realizaba. Las cosas nunca serán «normales», porque los circuitos originales, bien entrenados y apropiadamente situados se han perdido, pero incluso funciones complejas, como el lenguaje y el razonamiento, quedan hasta cierto punto incólumes tras esa pérdida masiva y brusca de neuronas. Veremos a lo largo de este libro varios ejemplos de reconexiones así de impresionantes.

Es asombrosa la plasticidad del cerebro. En el pasado se aceptaba por lo común que las lesiones cerebrales eran permanentes; una vez moría una, región del cerebro, la función que controlaba desaparecía para siempre. Más de quinientos mil estadounidenses sufren ataques cerebrales cada año, en los que mueren muchas neuronas y se cortan muchas conexiones, y sin embargo en muchos de ellos las neuronas que no han sufrido daños se hacen cargo de su función y cambian el número, la variedad y la intensidad de los mensajes que envían y redirigen el tráfico alrededor del sitio del accidente. La reconexión es posible a lo largo de toda la vida.

Tardan en formarse y fortalecerse nuevas conexiones. Gradualmente aprenden qué es más útil y se adaptan. Muchas víctimas de accidentes cerebrales pierden la capacidad de hablar, pero circuitos vecinos o neuronas del hemisferio no dañado intentan hacerse cargo de la función perdida y la compensan. Claro está, estos pacientes utilizan conexiones neuronales diferentes, que probablemente son menos eficientes para el lenguaje, así que su habla nunca será natural o fácil. Cuando los daños cerebrales van sucediendo despacio, como pasa con la enfermedad de Alzheimer, el cerebro tiene más tiempo para compensarlos y pueden posponerse muchos efectos deletéreos, si bien no puede todavía detenerse la marcha progresiva de esta enfermedad devastadora.

El cerebro reacciona de manera diferente a las lesiones en distintos períodos del desarrollo. Las lesiones cerebrales prenatales o de la primera infancia suelen causar menos problemas porque muchos circuitos neuronales no están todavía asignados a tareas, conocimientos o recuerdos específicos. El cerebro puede modificar fácilmente sus conexiones a una escala amplia. Aunque las lesiones puedan dar lugar a un cerebro adulto más pequeño o que tenga menos pericia intelectual general, rara vez causará déficit concretos. Los problemas más pertinaces se deben en realidad a las conexiones defectuosas de neuronas que intentan ramificarse y desempeñar papeles nuevos. Más avanzada la infancia, las lesiones importantes serán más permanentes, aunque muchas destrezas podrán recuperarse todavía. La plasticidad a muchos niveles es más activa al principio de la vida, y una lesión en un sitio produce cambios en muchos más, y los cambios del cerebro y su funcionamiento son mucho más extensos. Más tarde en la vida, con menos capacidad para remodelarse a múltiples niveles, son menos probables los efectos a cierta distancia ya del sitio de la lesión y son más comunes los déficit concretos. Mediada la adolescencia y en adelante es más lento el crecimiento de nuevas sinapsis que aporten flexibilidad, y para entonces las neuronas están mielinadas, o forradas, por completo. Las lesiones causarán déficit en habilidades concretas con grados diversos de recuperación. Cuanto más aprendamos acerca de cómo se reestructura el cerebro, mejor podremos dirigir otras áreas cerebrales de manera que se hagan cargo de funciones que fallen, y la recuperación de traumas y enfermedades será mayor.

LÍMITES DE PLASTICIDAD

Pese a la asombrosa capacidad de adaptación del cerebro, su flexibilidad tiene límites. La edad hace que sea más difícil redirigir y establecer circuitos nuevos. Los maestros de música, los campeones de ajedrez y las estrellas del atletismo aconsejan a los padres de sus discípulos que los inicien pronto. Todos hemos visto que a un niño pequeño le es mucho más fácil aprender un segundo idioma. Si trasladan a una familia estadounidense a Tokio durante un año, el niño que no va a la escuela todavía aprenderá a conversar en japonés mientras que su madre seguirá luchando con la comunicación básica.

Los niños que están expuestos a dos idiomas desde el nacimiento aprenden a hablarlos con fluidez. A la investigadora del lenguaje Patricia Kuhl, de la Universidad de Washington en Seattle, le gusta decir que los niños nacen «ciudadanos del mundo»; quiere decir que pueden aprender cualquier lenguaje perfectamente. Ha puesto a prueba a niños recién nacidos con sonidos que solo se dan en las lenguas africanas, en el inglés y en el japonés. No importaba dónde se estuviesen criando, podían distinguir los finos rasgos auditivos de cualquier lengua que no fuese la materna, y cabe suponer que estaban en condiciones de aprender cualquiera que oyesen.

Pero a partir de los seis meses, si los niños no han escuchado un determinado sonido hablado no podrán ya distinguirlo. Los niños cuyos padres hablan inglés han formado conexiones lingüísticas diferentes que los que tienen padres que hablan japonés basándose en los fonemas que han oído: el largo «uuuu» y el brusco «ba» del inglés, el abrupto «tou» y el «rr/ll» del japonés. Para cuando cumpla un año, el niño ya no podrá procesar los fonemas que no haya oído: es funcionalmente sordo a los sonidos extraños porque ha aprendido a ignorar diferencias sonoras que no son necesarias para su lengua nativa. Sus balbuceos, aunque no consten todavía de palabras, se limitan a los sonidos que ha oído ya en su propia lengua. Para aprender japonés pasada la niñez conjugamos largas listas de verbos y repetimos sin cesar diálogos de cintas en ese idioma, pero nunca podremos hablar como un nativo porque nuestros circuitos de lenguaje son incapaces de formar nuevas conexiones básicas.

El desarrollo del cerebro en el feto y en el niño pequeño se avanza a través de una serie de períodos críticos, de «ventanas de oportunidad», en que las conexiones para una función son extremadamente receptivas a lo que les llegue de fuera. Una vez se cierra la ventana, se eliminan las conexiones neuronales hasta que queden las más eficientes, conforme a cuánto se hayan usado. La batalla termina entonces: el ojo cerrado y el descifre de los fonemas extraños nunca volverán a recuperar espacio en el cerebro. Está claro que a los adultos les es posible aprender a hablar una lengua nueva con poco o ningún acento, pero también está claro que no lo logran como lo logra un niño, sino que usan sistemas de aprendizaje completamente diferentes. Los sistemas de los adultos no son ni mucho menos tan buenos como los de los niños pequeños.

A veces estas preciosas ventanas de oportunidad constituyen también períodos de gran vulnerabilidad a los daños irreversibles. Los «niños encerrados» que encuentra la policía son la prueba más fuerte. Unos padres brutales o psicopáticos han recluido en cuartos o en sótanos durante años a esos niños. Crecen sin oír conversaciones humanas, y nunca podrán dominar los sonidos y las reglas gramaticales necesarias para hablar con fluidez. Con una larga instrucción después de que se les haya encontrado otras rutas compensarán las carencias en cierta medida, pero, trágicamente, a causa de la extrema privación, el período crítico del desarrollo del habla natural se habrá perdido.

Se descubrió en Los Ángeles a una chica de trece años, Genie. Se había pasado toda la vida, desde muy pequeña, en una sola habitación, con frecuencia encadenada durante horas a una silla con orinal, y le pegaban si hacía ruido. Encerrada y aislada por su psicopático padre, creció realmente sin tener contacto con los seres humanos. Lo

único que oía eran conversaciones confusas a través de las paredes. Tras cuatro años de más experimentos y formación aprendió un vocabulario y un lenguaje de signos, pero siguió sin adquirir correctamente la sintaxis. Podía proferir frases macarrónicas, del estilo de «salsa manzanas comprar tienda», pero nunca pudo dominar la gramática. Había dejado ya atrás la limitada ventana de oportunidad para la adquisición del lenguaje. (Por desgracia, la historia de Genie no acabó bien. Se terminó el dinero y Genie evolucionó negativamente tras pasar por una serie de familias adoptivas que la pegaban y maltrataban.)

Un caso opuesto es el de Isabelle, que tenía seis años cuando su madre, muda y con lesiones cerebrales, escapó con ella de su silencioso encierro en la casa del abuelo. Gracias a una educación especial, año y medio después tenía un vocabulario de 1.500 palabras y podía formar frases complicadas, como «¿Qué dijo la señora Mason cuando le conté que había limpiado el aula donde me dan las clases?». No había dejado atrás todavía la ventana de oportunidad en que podía hacerse con la sintaxis.

Janellen Huttenlocher, psicóloga de la Universidad de Chicago, ha observado que la frecuencia con que unos padres normales hablan a su hijo o hija, o hablan cerca de ellos, durante su segundo año de vida afecta significativamente al tamaño de su vocabulario durante el resto de su existencia. Cuantas más palabras oiga un niño durante su período sensible, sean gato o existencialismo, más fuertes serán las conexiones básicas del lenguaje.

Las restricciones de la plasticidad por lo que se refiere a muchas funciones sensoriales y motrices dependen también de períodos de tiempo críticos. La mayoría de los seres humanos mueven todas las partes de su cuerpo durante los dos primeros años de vida. A los dos años los circuitos motores quedan fijados. Si, por alguna razón, un niño no moviese nunca los brazos, esos circuitos se perderían y nunca podría moverlos de forma natural. Las regiones dedicadas a la visión básica están completas a los seis meses. No obstante, la adquisición de otras funciones, como el aprendizaje académico, tiene lugar a lo largo de toda la vida, sin que la restrinjan ventanas de desarrollo.

Saber cuándo son los circuitos cerebrales más receptivos para aprender una determinada destreza puede ayudar a crear un entorno óptimo para el desarrollo del niño. El psiquiatra Dan Stem, de la Universidad de Ginebra, cree que el período crítico del desarrollo de las emociones tiene lugar entre los diez y los dieciocho meses. Stern fue uno de los primeros que observaron sistemáticamente a los niños, y durante un plazo de tiempo más largo; buscó indicios de períodos críticos emocionales y sociales. Su obra indica que si con regularidad los padres responden con alegría al niño, los circuitos de emociones positivas de este se reforzarán. Si los padres responden repetidas veces con aversión, el niño cerrará esos circuitos y reforzará en cambio los del miedo; la investigación muestra que el temor temprano condiciona el cerebro del niño pequeño para más temor. Una depresión prolongada de la madre condiciona también al niño para la depresión. Las palabras clave aquí son «repetidas veces» y «prolongada». Un mal gesto ocasional no condenará al niño a una triste vida.

A controlar el estrés se aprende también durante un período crítico al principio de la vida, según las investigaciones hechas con ratas nacidas hacía poco, que tienen unas neuronas muy parecidas a las humanas. Los estudios revelan que cuanto más amablemente se trate a las ratas, más serotonina producen, sustancia química del cerebro que controla el comportamiento agresivo. De adultas, las ratas a las que se había tratado con amabilidad eran más capaces de atajar el estrés, tenían sistemas inmunitarios más fuertes y vivían más que las ratas que no habían sido tratadas con amabilidad.

Muchas funciones cognoscitivas comparten rutas en la compleja maraña de conexiones neuronales de nuestro cerebro. El desarrollo de una destreza puede, por lo

tanto, influir profundamente en otra con la que parezca no tener relación alguna. Como muestra el efecto Mozart, la música y el razonamiento espacial parecen estar ligados. Escuchar las palabras y leer comparten también algunos circuitos.

LAS MONJAS DE MANKATO

La plasticidad del cerebro no solo ayuda a la recuperación, sino que puede desempeñar verdaderamente un papel en la prevención de las enfermedades cerebrales. Como prueba, basta con visitar el convento de monjas Escuela Hermanas de Notre Dame en el remoto Mankato, en Minnesota. Muchas tienen más de noventa años, y un número sorprendente llega a los cien; de media, viven mucho más que la población en general. Sufren además muchos menos casos, y menos graves, de demencia, mal de Alzheimer y otras enfermedades cerebrales. David Snowden, el profesor de la Universidad de Kentucky que ha estado estudiándolas durante años, cree que conoce el porqué.

Acicateadas por su idea de que «una mente ociosa es el juguete del diablo», las monjas se retan a sí mismas obstinadamente con preguntas de vocabulario, problemas y debates acerca del cuidado de la salud. Celebran seminarios cada semana sobre los asuntos de actualidad y escriben a menudo en sus revistas. La hermana Marcella Zachman, que salió en la revista *Zafe* en 1994, no dejó de enseñar en el convento hasta los noventa y siete años. La hermana Mary Esther Boor, retratada también en *Lfe*, trabajaba todavía en la portería a los noventa y nueve. Snowden, que ha examinado más de cien cerebros donados a su muerte por las monjas de Mankato y otras casas de las Hermanas de Notre

Dame de Estados Unidos, mantiene que los axones y las dendritas que suelen contraerse con la edad se ramifican y hacen nuevas conexiones si hay suficiente estimulación intelectual, y proporcionan un sistema de respaldo mayor en caso de que fallen algunas rutas.

Snowden ha comprobado que las monjas que se licenciaron en la universidad, enseñaron en la escuela y enfrentaron permanentemente sus mentes a problemas en la vejez vivieron más y resistieron el mal de Alzheimer mejor que las monjas que tenían una educación formal menor y pasaban la mayor parte de su tiempo limpiando habitaciones y preparando la comida. La conclusión de Snowden, y de otros científicos que han estudiado el envejecimiento y el cerebro, es que cualquier actividad intelectual exigente estimula el crecimiento de las dendritas, y se suma a las conexiones neuronales del cerebro. Las hermanas que se han exigido más tienen más conexiones neuronales, gracias a lo cual pueden redirigir mensajes cuando un ataque o una enfermedad afectan al cerebro, por lo que se contrarrestan los efectos perjudiciales en el cerebro y se mantienen más sanas y más activas durante más años. Dado que las hermanas han llevado por lo demás vidas parecidas en el mismo entorno durante decenios, está minimizada la influencia de cualquier otro factor.

Respalda la hipótesis de que una mayor exigencia académica lleva a un cerebro más flexible en la vejez el gerontólogo Denis Evans, que estudió a vecinos entrados en años del municipio obrero de East Boston, Massachusetts. Les dio una serie de tests que comprobaban el estado mental y de la memoria, y repitió los ejercicios tres años después. Los vecinos que tenían menos años de educación formal mostraban repetidamente un declive mayor en las puntuaciones de las pruebas, fueran cuales fuesen la edad, el lugar de nacimiento, la ocupación, los ingresos o la lengua materna.

REGENERACIÓN

Crece ahora las esperanzas de que puedan tratarse las lesiones cerebrales induciendo a las neuronas a regenerarse; descubrimientos recientes indican que la regeneración quizá sea posible. Si es así, los cerebros dañados por un accidente cardiovascular o por los males de Parkinson o de Alzheimer podrían producir verdaderamente células cerebrales nuevas que cubran los papeles de las células que murieron. Es verdad que la mayoría de las neuronas no pueden volver a crecer una vez muertas; a nuestros cerebros les costaría mucho retener recuerdos y destrezas si fuera fácil reemplazar las células. Sin embargo, en algunas regiones concretas, como el hipocampo, el nacimiento y diferenciación de neuronas continúa durante la vejez.

En estudios con ratas adultas, Alan Lewis, de Signal Pharmaceuticals, vio que si se toman neuronas nuevas, sin diferenciar, de áreas cerebrales que están todavía desarrollándose y se las traslada a otra parte del cerebro, pueden aprender a realizar la función local de esta. Lewis injertó células nerviosas inmaduras de áreas de la memoria en áreas del olfato; las células utilizaron las pistas del entorno local para convertirse en neuronas olfativas maduras. Como las neuronas no están totalmente preprogramadas para realizar funciones específicas, es posible que las que son desplazadas de un área asuman las funciones perdidas por una lesión cerebral en otra.

La manipulación genética podría ayudar también. Evan Snyder, de la Escuela de Medicina de Harvard, retiró células cerebrales recién formadas de ratones que acababan de nacer. Les inyectó un gen que haría que se dividiesen y las insertó en diferentes áreas de cerebros de ratones adultos en los que se había provocado un accidente cerebral. Las neuronas implantadas migraron a las áreas dañadas, se dividieron y asumió funciones locales especializadas. Una teoría dice que las células respondieron a las señales químicas emitidas por las neuronas moribundas o por células cerebrales ordinarias a las que no respondían otras células. Como las células que se dividen activamente no han especializado todavía su función, si se las pudiese dirigir a la localización correcta podrían quizá ocupar el sitio de las neuronas perdidas en un ataque cerebral, por enfermedad o por un accidente.

La implantación de células que se dividan capaces de restaurar la función cerebral podría ser una clave para la lucha contra el mal de Parkinson, la enfermedad que ha hecho estragos en el boxeador Muhammad Ali y que afecta de quinientos mil a un millón de estadounidenses cada año, la mayoría de más de cincuenta y cinco años. El Parkinson se debe a la muerte de células de la sustancia nigra, que produce dopamina y la manda a una segunda estructura cerebral, el striatum, que coordina el movimiento. Sin dopamina no hay coordinación muscular.

Una forma de restaurar el aporte de dopamina sería reemplazar las neuronas de la sustancia nigra que van fallando por otras que funcionen bien. El problema está en de dónde se sacan las neuronas inmaduras. Hasta hace poco la única fuente era el tejido cerebral de fetos humanos abortados. Los primeros trasplantes fetales, hace diez años, fueron prometedores, pero suscitaron casos aislados de protestas públicas, de los que la prensa informó con insistentes tópicos frankensteinianos. El presidente Bush padre prometió que prohibiría esa técnica, tal y como luego el presidente Clinton prometería que haría con la clonación humana. No obstante, las investigaciones continuaron en Europa, y también en Estados Unidos con iniciativas financiadas privadamente. La desaprobación presidencial se levantó en 1993. Hasta ahora no se ha completado ningún ensayo clínico concluyente. Únicamente se han llevado a cabo doscientos trasplantes, en las universidades de Lund, en Suecia, y de Colorado, en Denver, así que solo se empieza a vislumbrar el valor verdadero del tratamiento.

Los elementos de juicio casuales son más bien alentadores. Curt Freed, de la Universidad de Colorado, dice que alrededor de dos tercios de los pacientes han mejorado. La mitad puede abandonar por completo la medicación y conservar una apariencia normal. Un estudio de Olle Lindvall, de Lund, apunta que la remisión puede durar hasta seis años. No obstante, los resultados siguen abiertos a debate, pues los procedimientos para hacer el trasplante no se han normalizado. Los investigadores no se ponen de acuerdo en cuánto tejido fetal debe implantarse, y no saben cómo se dispersan mejor las células en el cerebro del paciente. Ningún investigador tenía mucha idea de qué pasa con el tercio de pacientes que no mejora.

Otro avance reciente han sido los trabajos paralelos de unos equipos de la Johns Hopkins y de la Universidad de Wisconsin que han logrado cultivar células madre embrionarias en el laboratorio. Puede que un día sea posible recoger esas células para trasplantarlas felizmente en el cerebro. Estamos entrando en una época en que las células nerviosas maduras pueden convertirse en neuronas jóvenes indiferenciadas en un disco de Petri manipulando la función de sus genes, gracias a lo cual se progresará más deprisa en esta línea de investigación y se eludirán los problemas éticos que han lastrado su progreso hasta ahora.

Mientras, los investigadores ensayan el mismo método con pacientes con la enfermedad de Huntington, la dolencia hereditaria que mató a Woody Guthrie y que afecta también al striatum. Al revés de lo que pasa con los síntomas del Parkinson, que a menudo pueden contrarrestarse con un fármaco llamado L-dopa (con lo que los trasplantes son un último recurso), los síntomas de la enfermedad de Huntington no pueden contrarrestarse, y quedan afectados tanto la función intelectual como el movimiento, lo que desemboca en una grave demencia y en la muerte.

Se necesitan más resultados positivos antes de que se pueda decir que el trasplante de células nerviosas fetales es efectivo. Además, las objeciones éticas al uso de células de fetos abortados persisten; con algunos pacientes de Parkinson se utilizan hasta ocho fetos. Los legisladores han intentado sacar adelante leyes que garanticen que la decisión de una mujer de abortar no está influida por la idea de que el tejido de su feto puede ayudar a una víctima del Parkinson, y muchos estados prohíben todavía los trasplantes del tejido fetal. Está claro que necesitamos formas nuevas de conseguir células cerebrales inmaduras, en las que no haga falta tejido fetal. Otra manera de esquivar el problema sería encontrar una fuente animal de células nerviosas.

Una posibilidad son los fetos de cerdo. Uno de los problemas con ellos es que el cerebro puede rechazar las células que no sean suyas, y más aún si ni siquiera son humanas. Como pasa con la insulina de cerdo, que produce menos rechazo en los diabéticos humanos que la de vaca, es menos probable que las células cerebrales de cerdo sean rechazadas. Cuando se las trasplanta en ratas con características parkinsonianas, las células de un donante porcino pueden volver a conectar con fidelidad las porciones deterioradas del striatum.

Ya se han implantado células de cerdo fetales indiferenciadas en los cerebros de algunos pacientes de Parkinson en el Centro Médico Lahey Hitchcock de Burlington, Massachusetts, con la esperanza de que las células se harán cargo de las funciones locales, como la producción de dopamina. La primera persona que recibió esas células fue Tony Johnson, un ingeniero civil de cincuenta y siete años que llevaba padeciendo el Parkinson desde hacía veintisiete. Seis meses después de que se inyectase un minúsculo grupo de células en su cerebro, la esposa le contaba al Boston Globe que su marido hablaba y andaba mejor, si bien seguía necesitando fármacos que controlasen los síntomas.

Unos investigadores de la Escuela de Medicina de Harvard han mostrado que las células nerviosas de los fetos de cerdo pueden madurar en el cerebro humano, pero por ahora el número de ensayos es pequeño. Alrededor de una docena de pacientes con Parkinson y una docena con Huntington han recibido trasplantes de este tipo de células. El porcentaje de recuperaciones es comparable al de los pacientes que, reciben tejido fetal humano; más de la mitad han vuelto a tener parte de su control motor a los seis meses de la operación.

La utilización de células de cerdo escapa a las objeciones morales suscitadas en conexión con el uso de tejidos fetales humanos, pero tiene sus propios problemas, ya que se corre el riesgo de trasplantar enfermedades porcinas. Por eso se anda tras una tercera posibilidad: regenerar células sustitutas sacadas del cerebro del propio paciente.

Las investigaciones recientes han echado por tierra el viejo dogma neurológico que decía que los cerebros adultos no pueden renovarse. Se pensaba que las células madre neuronales (neuroblastos) -que se dividen y producen células nerviosas en los cerebros fetales e infantiles- dejan de actuar en la edad adulta. Pero Brent Reynolds y Sam Weiss, de Neurospheres, una empresa biotécnica canadiense, han demostrado que las células madre pueden estar inactivas en los adultos y seguir todavía vivas, y que se las puede incitar a producir neuronas nuevas. Mediante la adición de «factores de crecimiento», moléculas que estimulan la proliferación de tejidos, han forzado en un tubo de ensayo a las células madre a engendrar células nuevas. Si esto se mantuviese, se podría inducir, o trasladar e inducir, a unas células ya presentes en el cerebro a que creasen neuronas nuevas que reemplazasen la función cerebral perdida.

Los científicos de Ontogeny, empresa de Cambridge, Massachusetts, están intentando llevar más allá este procedimiento con una proteína de factor de crecimiento potente que, en un disco de Petri, transforma las células madre en productoras maduras de dopamina. La han llamado «erizo sónico», como un personaje de videojuegos infantiles que se mueve muy deprisa. La están implantando actualmente en cerebros de ratones, a ver qué pasa. Una de las empresas biotécnicas más antiguas, Amgen, experimenta con unos factores de crecimiento, sacados de las células gliales, que han frenado eficazmente el ataque de síntomas parkinsonianos en los monos. Los métodos de Amgen y Ontogeny requerirían que se inyectasen con regularidad factores de crecimiento en el cerebro, es decir, habría que perforarle un agujero al paciente en el cráneo y ponerle un catéter.

Pasará cierto tiempo antes de que los esfuerzos por regenerar las células cerebrales lleguen a ser parte de la medicina convencional. Mientras, para la gran mayoría que no padecemos una dolencia pero que hemos de vérnoslas con los problemas cotidianos y con el envejecimiento, la lección acerca del desarrollo cerebral es que nos es posible influir en la capacidad del cerebro de renovarse. Gracias a su asombrosa plasticidad, el cerebro humano modifica sin cesar sus conexiones y aprende, no solo por medio del estudio académico, sino de la experiencia. Como pasa con los músculos, podemos fortalecer nuestras rutas neuronales ejercitando el cerebro. O podemos dejar que se ajen. El principio es el mismo: O lo usas, o lo pierdes.

2

Percepción

El padre de Rickie recuerda un extraño incidente que tuvo lugar cuando su hija, de cuarenta y cinco años hoy, solo tenía tres. Estaban ante una gigantesca ventana panorámica, mirando un bosque. De pronto, Rickie se puso a temblar. Apretó las manos de su padre y se quedó prácticamente paralizada, con un susto de muerte. «¡Los árboles están entrando en la casa! -gemía-. ¡Todos se vienen aquí!»

Su padre se quedó de una pieza con el extraño comportamiento de Rickie, pero solo tenía tres años, y los niños pequeños, ciertamente, tienen sus momentos. No le dio importancia. Pero fue una circunstancia definitoria, que arrojaría a Rickie a una vida atormentada, aunque en aquel tiempo ni ella ni su padre lo supiesen.

Se cuenta el sufrimiento de los veinte años siguientes de la vida de Rickie en un libro publicado en 1990, *Rickie*, de Frederic Flach, investigador psiquiátrico de la Universidad de Cornell. De niña, Rickie era vivaz y le gustaba divertirse. Era una alumna brillante cuando empezó sus estudios de primaria a principios de los años sesenta. Pero para cuando llegó a tercero oyó a los maestros hablando a sus espaldas: «Es estúpida. Vamos a tener que ponerla con los chicos "especiales"». Rickie se quedó aterrorizada. Le gustaban las clases, aunque leer, escribir y las matemáticas le llevaban mucho tiempo.

Rickie tenía una gran amiga, pero eso era todo. En casa desbordaba energía, estaba llena de vida, pero nunca jugaba con más de una niña a la vez, y evitaba cualquier tipo de actividad en grupo. Volvió a oír cómo la etiquetaban: «Es una solitaria».

Los padres de Rickie la llevaron a que le hiciesen pruebas. Su vista y su audición eran buenas. Sus capacidades cognitivas eran del todo normales. Era un misterio para sus maestros, pero un misterio que no exploraron más. La pusieron con otros chicos que tenían dificultades para aprender porque no podía seguir el paso de una clase ordinaria.

A medida que crecía fue desconcertándose a sí misma. A veces todo y todos parecían estar muy lejos. Se sentía como si estuviese sentada dentro de una caja cerrada y viese las cosas «por un agujero». Pero no se lo contaba a nadie; ya entonces todos pensaban que era extraña, y ciertamente no quería decir algo que hiciese que pareciera aún más «rarita».

Su abuelo, el único adulto que no la juzgaba, murió, lo que la hizo caer de la tristeza a la desesperación. La ingresaron en un hospital psiquiátrico a los trece años. Primero le diagnosticaron un autismo leve y luego la consideraron un caso fronterizo con la esquizofrenia. Su destino estaba sellado, pues en la psiquiatría de aquellos días había un axioma terrible: el diagnóstico es el destino. Era imposible quitárselo de encima, y dictó todo el tratamiento subsiguiente.

Durante diez años entró y salió de hospitales para enfermos mentales. Su frustración llegó a ser honda porque nadie podía decirle qué era lo que no funcionaba. Los insultos, el desprecio, los fármacos que le daban y la sensación de futilidad hicieron que se deprimiera más y más. Llegó a estar tan mal en cierto momento que recibió una serie de tratamientos de choque, que la sacaron de su depresión clínica, pero solo el tiempo suficiente para que intentara matarse. Un psiquiatra sugirió incluso una lobotomía.

Lo más reproducible de todo fue que a menudo, cuando hablaba con un médico, estaba lúcida y tranquila. A los médicos les impresionaba qué clara parecía tener la cabeza. Pero luego la frustración se llevaba lo mejor de ella, y gritaba, y perdía los papeles, y se cortaba los brazos con cuchillos, justo como los demás «locos» del hospital. Sabía que así se le prestaría atención. Los médicos se figuraron que se cubría deliberadamente con sus períodos de lucidez.

A los veintitrés años hicieron que la visitara Melvin Kaplan, un optometrista del desarrollo (alguien que se especializa no en cómo trabajan por su cuenta los ojos, sino en cómo colaboran con el cerebro). Aunque los exámenes ordinarios de sus ojos habían arrojado que Rickie tenía una visión de 20/30 en cada uno de ellos -casi perfecta-, era propensa a accidentes y caídas porque pisaba o tropezaba con objetos que cualquiera con buena visión habría esquivado con facilidad. El doctor Kaplan empezó con las pruebas visuales habituales. El resultado era bueno. Efectuó la que todo el mundo odia, esa en que el médico enfoca una luz brillante en el ojo y pide que se la mire fijamente. Los ojos se humedecen y el ceño se frunce al sentir el dolor del haz que achicharra, pero se logra aguantar, quizá maldiciendo para uno mismo, hasta que se acaba. A continuación se limpia uno las lágrimas, parpadea unas cuantas veces y la habitación parece normal otra vez.

Este breve dolor proviene de la retina, y el ojo, para salvarse, reacciona intentando girar a un lado para apartarse de la luz intensa. Cuando Kaplan disparaba la luz al ojo de Rickie, su retina sufría un espasmo. Cuando apagaba la luz, apenas si podía ver; su visión había descendido a 20/200 y seguía así durante unos minutos, a veces durante una hora. Flach describe en su libro lo que pasó durante una prueba posterior. Kaplan le pidió a Rickie que centrara la vista en un objeto. Se quedó mirándolo durante un minuto aproximadamente, y apartó la vista. Kaplan le preguntó: «Cuando miras a algo, ¿cuánto tiempo permanece la imagen?». Rickie parecía desconcertada.

«¿Permanece o desaparece, se esfuma?», preguntó Kaplan. «Permanece. Quiero decir que puedo hacer que permanezca.» «¿Qué pasa cuando me miras?»

«Bueno, si lo miro durante un minuto más o menos, empieza a desaparecer. Pero si pongo mi fuerza de voluntad en ello, puedo seguir viéndolo mucho tiempo.»

«¿Y qué pasa con las demás cosas que hay en la habitación?»

«Al principio las veo, y a usted. Luego, cuando me concentro más en verle, se van oscureciendo y oscureciendo, hasta que no las veo en absoluto.»

Kaplan expresó su sorpresa.

«¿Es que no ve todo el mundo así?», preguntó Rickie.

«Dios mío, Rickie le dijo su padre, que estaba en la habitación con ellos-. ¿Quieres decir que creías que era normal?»

«¿No lo es?», preguntó tímidamente.

Tras nuevas pruebas, Kaplan concluyó que Rickie no podía mantener una imagen visual más de un minuto sin que lo demás empezase a desaparecer. Tenía que juntar toda la energía de su cerebro para seguir viendo. Ningún examen ocular rutinario habría revelado este problema. Juntos, Kaplan y unos psicólogos emprendieron la ardua tarea de recrear las experiencias de Rickie partiendo de su infancia. La conclusión a la que llegaron fue una conmoción para todos: Rickie había estado luchando con un grave problema visual que probablemente se manifestó cuando tenía tres años, por la época de aquella tarde fatal en que se asustó porque los árboles estaban «entrando en la casa», una señal temprana de lo que sería el derrumbamiento final de su percepción de la profundidad. Durante veinte años -toda su niñez, su adolescencia, su juventud adulta- había padecido un destino psicológico cada vez peor a ruanos de maestros, médicos y hasta de sus padres, que habían corrido demasiado al interpretar sus primeras dificultades como psicológicas en vez de físicas. Por desgracia, el primer diagnóstico erróneo fue como una bola de nieve, y Rickie, golpeada y aislada por todo ello, se hundió en una verdadera depresión y en la paranoia.

Puede que Rickie haya tenido problemas con su estado de ánimo, pero la terrible secuencia de sucesos que casi la conduce al suicidio podría haberse evitado con la

detección y el conocimiento adecuado de un problema que, en un principio, era puramente perceptivo.

A los tres años, Rickie vio que los árboles «iban a por ella», pero, claro está, no tenía ni idea de que no veía correctamente. Niña aún pero ya más crecida, no se le ocurrió que sus experiencias visuales fuesen anormales. En la adolescencia, sabía que el mundo parecía a veces no tener buen aspecto, pero no quería decir nada porque le daban miedo las consecuencias. En una ocasión se quejó a su psiquiatra de que cuando intentaba leer las letras, estas se desmoronaban de pronto. El psiquiatra le dijo que era una fobia, que era una mala lectora y le daba miedo leer porque sabía que no lo lograría. Rickie sabía que si respondía a eso con más vehemencia la volverían a hospitalizar, así que se callaba, sin más. Es difícil expresar en palabras qué aspecto presentaban las cosas para Rickie. Mirar por la mirilla de la puerta de casa es una buena aproximación. Cuando concentraba la mirada en un objeto lejano, su campo periférico de visión se vaciaba. Su visión era como un túnel. Y si la concentraba en un objeto cercano, la imagen solo duraba un tiempo breve, y se descomponía.

Por eso le costaba leer. Miraba las palabras de un libro y enseguida se desmoronaban: se doblaban sobre sí mismas y se hundían sobre la página, fundiéndose en una difusión negra. Si intentaba concentrarse en la pizarra, el aula se oscurecía de inmediato, y el maestro parecía estar más lejos cada vez. No era estúpida o vaga; no podía, entendiéndose al pie de la letra, ver las palabras o la pizarra. Claro está, tardaba una eternidad en hacer sus tareas, si es que podía hacerlas. Tampoco es que fuese una solitaria. Le gustaba la gente, le gustaban los amigos, pero como solo podía centrarse en un objeto cada vez, tratar con otras personas que tuviese delante, en cuanto hubiera más de una, resultaba confuso, en el mejor de los casos, y tan amedrentador que no consiguió nunca participar en actividades grupo.

De joven -antes de que le entrase miedo a los castigos-, ano era tan espabilada como para decir «¡eh, que miro la página y las letras se derriten!»? No, porque creía que era normal, como les pasa a los chicos disléxicos que ven las letras invertidas; creen que es normal porque siempre han percibido las cosas de esa manera. Su cerebro se «cansaba», como los nuestros. Hacía mucho trabajo mental para mantener juntas las cosas, y en momentos de estrés se le iban y el mundo se le escapaba. Su visión se rendía. Creía que luchar por ver y mantener unido el campo visual era normal porque no había conocido otra cosa. Creía que así era para todos.

Una vez se le hizo el diagnóstico correcto, Rickie emprendió el largo camino hacia la recuperación. El doctor Kaplan tenía presentes los muchos estudios en los que los individuos que llevaban durante horas unas gafas que ponían todo cabeza abajo seguían viendo, una vez se las quitaban, las seguían viendo así unas horas más antes de recobrar la visión normal. Pasadas unas horas de distorsión, sus cerebros se estaban adaptando ya a la nueva realidad, y se aferraban a ella durante un rato antes de volver a lo que habían aprendido en todos los años anteriores. Investigaciones recientes muestran que el cerebro visual puede reorganizarse en aspectos menores en solo treinta minutos.

Kaplan puso a Rickie un par de gafas especiales, con las que pudo centrarse en un objeto durante períodos más y más largos sin que la imagen se descompusiese o la arrastrase a ver como en un túnel. Sus ojos, hay que recordarlo, veían muy bien; el problema estaba en la interpretación que su cerebro hacía de las imágenes que recibía. La joven tuvo que entrenar su cerebro con las gafas durante meses, siguiendo contornos y objetos en movimiento, durante períodos más, y más, y más largos, hasta que se acostumbró a las nuevas imágenes y pudo procesar su visión como debía. Pasados seis meses, el cerebro de Rickie se corrigió a sí mismo, y ella ya no necesitó las gafas: había enseñado a su cerebro a ver.

No obstante, la parte verdaderamente más difícil de la recuperación de Rickie fue la corrección de los problemas psicológicos que había desarrollado con sus fracasos y el menosprecio que había sufrido por culpa de sus estigmas. Tras veinte años de aprender que las personas eran crueles y que no podía confiarse en ellas, tardó años en superar su depresión y mejorar sus destrezas sociales de manera permanente. Hasta los cuarenta años no pudo sentirse normal. Pero lo logró. Se puso a trabajar como asesora para la rehabilitación de personas que se recuperaban de enfermedades mentales. Se casó, tuvo un hijo y luego mellizos. Su regreso ha sido un brillante éxito.

En cierto momento, sin embargo, casi lo pierde todo. Cuando empezó con su trabajo y a vivir sola su visión se vino abajo de golpe. Le entró el pánico, horrorizada de que todos sus problemas retornasen torrencialmente. La ingresaron de nuevo, la calmaron, la volvieron a entrenar con sus gafas... se recuperó rápidamente y nunca más ha vuelto a las salas de psiquiatría de los hospitales.

El episodio le enseñó a Rickie y a sus médicos una lección vital: el estrés podía con su sistema visual. «Cuando tengo mucho estrés», dice en el libro de Flach, «sea por los plazos del coche o por un virus molesto, mi visión puede hacerme precisamente eso». Desde la primera experiencia ansiosa, sin embargo, ha aprendido a controlarlo. «Ahora no me entra el pánico. Cierro los ojos, me acuesto un rato o me pongo mis gafas especiales. Sé que se pasará.»

Rickie se ha recuperado no solo visual, sino también psicológicamente. Sabe que la vida no es ahora tan incierta y que puede realmente contar con la gente. Por desgracia, hay otras Rickies en el mundo que tienen problemas de percepción que no están diagnosticados. Existen también otros que de verdad han descubierto su problema de percepción peculiar y lo han corregido, pero no han podido salir a flote psicológica o socialmente tras años de insultos del mundo que los rodeaba.

La odisea de Rickie muestra que la percepción es mucho más que captar simplemente estímulos del mundo exterior. Es un factor enorme del desarrollo de la personalidad. Hasta el menor problema con la percepción puede llevar a una cascada de cambios en la vida psicológica de una persona. La percepción anormal puede corromper la experiencia de una persona. Si la percepción distorsiona nuestra imagen del mundo, todo lo que está más acá de los sentidos puede causar al final disfunciones cerebrales. A veces, por mucho esfuerzo que se haga, un niño o un adulto con un problema que no se ha diagnosticado no podrán aprender qué les hace falta para seguir el ritmo de sus compañeros, y la vulnerable sensación de uno mismo quedará dañada para siempre.

La rehabilitación de Rickie con las gafas especiales muestra que lo que vamos percibiendo afecta a la urdimbre misma de nuestro cerebro. El cerebro está conformado por las percepciones que experimenta, así que quizá podamos conformarlo mejor siendo conscientes de lo que percibimos y de cómo lo percibimos. La lección, cada vez mayor, es que no deberíamos, como colectividad, ser tan rápidos en etiquetar a otros de perturbados psicológicamente, porque sus dificultades pudieran ser el resultado de problemas físicos.

Hasta el curso de introducción a la psicología empieza con un capítulo sobre la percepción, y suele confundir a los estudiantes de primero. «¿Por qué hemos de estudiar cómo entra la información en el cerebro -se preguntan- cuando lo que de verdad nos interesa es qué le pasa después?» Los estudiantes, jóvenes, introspectivos, en busca de respuestas, que quieren descubrirse a sí mismos, se desencantan enseguida con esas clases acerca de la visión o de la audición de las palomas y de las ratas. Los profesores hasta se disculpan de tener que enseñar en primer lugar la percepción, y piden a los estudiantes que sean pacientes mientras pasan corriendo por esa materia y llegan a «lo bueno» de la psicología, como Freud y el sexo, las drogas y el rock and roll.

Es una pena que tantos profesores sean incapaces de explicar a sus alumnos por qué han de saber acerca de la percepción, por qué es esencial para un conocimiento más profundo de nosotros mismos. La pura verdad es que la manera en que la información entra en el cerebro afecta a su estado final tanto como cualquier otra fase de la cognición.

MODIFICAR EL CEREBRO

Como ya sabemos, el cerebro es un ecosistema. Las diversas neuronas y redes participan en una ardorosa competencia por hacerse con los estímulos que se reciben. Las redes que consiguen procesar las nuevas experiencias o comportamientos acaban siendo miembros fuertes, permanentes de la vecindad neuronal, mientras que las que no se usan, apartadas del ir y venir de la información, se ajan y mueren. La estructura del cerebro se convierte en la información que recibe, y la manera en que perciba esa información determinará su estado futuro. El lema que presentamos en el primer capítulo vale igualmente para la percepción: o la usas, o la pierdes. Debemos utilizar nuestros sentidos y sus neuronas, o perderlos para siempre por culpa de una muerte prematura o porque se los reclute para otra función.

Es fácil de entender que una perturbación de la audición, la visión o el tacto puedan perjudicar al desarrollo normal del cerebro. Este recibe información sin cesar sobre su estado actual, procedente de los sentidos, relativa a lo que ocurre en el entorno, o en forma de mensajes internos acerca de la posición del cuerpo, el grado de excitación, las actividades de los distintos órganos y el estado químico y nutritivo de la sangre. Como el cerebro quiere mantener un estado interno constante (homeostasis) frente a un mundo cambiante, interpreta sin parar todos esos estímulos que le llegan como instrucciones para modificar los niveles de neurotransmisores y hormonas, el ritmo a que se producen los disparos eléctricos y la excitabilidad química de sus redes neuronales.

El desarrollo de la personalidad misma está firmemente enraizado en el aparato sensorial. Incluso quienes poseen capacidades perceptivas extraordinarias viven a menudo una relación de amor y odio con sus dotes porque puede ser «alienante» ver el mundo de manera diferente a la mayoría. Sin embargo, una visión diferente es la característica que define a todo gran artista y, en realidad, la característica que nos hace a todos únicos. El gran arquitecto americano Buckminster Fuller, al que quizá se le conozca sobre todo por su creación de la cúpula geodésica, a veces se sentía tremendamente sobrecargado de estímulos visuales. Era corriente que llevase gafas para que solo entrase en sus ojos una parte del espectro visual, y cuando se las ponía le era más fácil pensar. Cuando iba a unas obras o daba una vuelta por la ciudad se ponía tapones en los oídos porque el ruido le impedía abordar el mundo.

Saber cómo vemos, oímos, tocamos, olemos e incluso saboreamos el mundo puede decirnos mucho acerca de cómo funcionamos en él. Las sensaciones -o qualia, en términos filosóficos- procedentes del entorno se integran en categorías o construcciones que hemos aprendido. Estamos manipulando constantemente nuestras percepciones, haciendo que el mundo coincida con lo que esperamos percibir y haciendo, por ende, que sea lo que percibimos que es. El primer mordisco incauto a un chile nos quema la boca. La próxima vez que nos atrevamos a probarlo sudaremos y diremos que es tan picante como el primero, incluso aunque un técnico tramposo de un laboratorio del gusto nos haya ofrecido uno más flojo. En esta época en que tanto abundan los descubrimientos hemos aprendido que las redes neuronales del cerebro responden a patrones establecidos por experiencias pasadas: cuanto más a menudo se dispare un patrón concreto en respuesta a un estímulo, más firme se volverá la asamblea neuronal. De ahí el axioma: las neuronas que se disparan juntas se conectan juntas. Lo que se recibe de

fuera conforma la manera en que experimentaremos lo que a continuación recibiremos. No es una exageración decir que, una vez se ha tenido una experiencia, no se es la misma persona que antes de tenerla. La experiencia tiñe la percepción.

¿Qué les pasa a nuestros cerebros durante nuevas experiencias? Primero, hemos de rechazar la idea de que nuestros cerebros son depósitos de almacenamiento de información estáticos. Muy al contrario: las células nerviosas están haciendo continuamente conexiones nuevas que nos servirán mejor en las cosas que hacemos con frecuencia. El cerebro puede ser moldeado por las experiencias tal y como los músculos responden a ejercicios determinados. Cuando repetimos las frases de una obra de teatro o memorizamos las tablas de multiplicar, construimos ensamblajes nerviosos, y lo mismo pasa cuando repetimos un paso de danza o una postura de kárate. A medida que nuestros cerebros se adiestran las tareas van siendo más fáciles y automáticas.

Es fascinante, e intrincado, cómo se lleva a cabo el adiestramiento. Las células nerviosas del cerebro se autoorganizan cuando se han entrenado suficientemente mediante el contacto repetido con un estímulo concreto. Un niño pequeño aprende a distinguir la voz de su madre de la de otras personas, un segundo violinista aprende a captar su parte cuando oye una sinfonía. Los individuos que participan en un ensayo aprenden a ver el mundo al revés por un día. Las neuronas quedan «aleccionadas», adquieren el prejuicio de esperar la misma vieja cantinela. Cuando se encuentran con estímulos conocidos perciben esa señal que les llega como nueva y perturbadora. Afortunadamente, ya que la perturbación lleva a la reorganización, y así es como Rickie pudo recuperarse, y así es como podemos deleitarnos con una puesta de sol distinta en un día nuevo.

Las evidencias de que el cerebro es capaz de ajustarse a las percepciones fue una de las primeras cosas que me hicieron seguir la carrera de neuropsiquiatría. Mi hermano solicitó en 1958 el ingreso en la Academia Naval y lo rechazaron porque su vista no era perfecta, pero le dijeron que podía volver a intentarlo si conseguía mejorarla; le prescribieron unos ejercicios oculares para que su agudeza visual fuese mayor. Un mes después aprobaba el examen ocular de ingreso. Los ejercicios habían entrenado sus músculos oculares y los circuitos visuales del cerebro. Eso fue en 1959, mucho antes de que supiésemos gran cosa de la plasticidad cerebral.

Un acto de percepción es mucho más que la captación de un estímulo que llega. Requiere una forma de expectativa, de saber qué va a ponérsenos delante, de preparación. Sin expectativas, o construcciones con las que percibimos el mundo, nuestro entorno sería, como decía William James, «una confusión de explosiones y zumbidos», y cada experiencia resultaría realmente nueva, lo que enseguida nos abrumaría. Automática, inconscientemente, integramos nuestras sensaciones en categorías que hemos aprendido, a menudo distorsionándolas en el proceso.

Por ejemplo, nuestra visión «coherente» del mundo procede en realidad de millones de pedazos de información visual fragmentada. Mientras usted lee esta frase, sus ojos no dejan de hacer pequeños movimientos bruscos en varias direcciones, y rara vez se concentran en una palabra o letra más de una fracción de segundo. Además, el resto, la visión periférica, es borroso. Eso es porque solo una región en el centro del ojo, un pequeñísimo agujero, la fovea, ve con claridad absoluta. En la fovea, los fotorreceptores conocidos como conos están concentrados, por lo que su mensaje es fuerte y claro. Los fotorreceptores de la periferia, por el contrario, están más dispersos y mandan unos mensajes menos claros. Si se concentra en su visión periférica, verá que apenas si hay detalles. Sin embargo, percibimos nuestro entorno visual como una realidad sin costuras y llena de detalles. ¿Cómo? La retina reparte la información que le llega entre sistemas especializados que solo se encargan de tipos específicos de detalles, como unas pistas

especiales hacia el cerebro del movimiento, el color, la forma, etc. ¿Por qué? Porque si la retina no actuase como una especie de criba nuestros cerebros se recargarían con un barullo visual.

De una escena, la fovea ve con absoluta claridad solo una parte no mayor que la uña del dedo gordo. Capta solo fragmentos de figuras, porciones de curvas y partes de colores. No ve figuras o colores enteros. El cerebro predice la figura final a partir de las partes fragmentadas que capta la fovea. Los impulsos nerviosos que reflejan fragmentos de imágenes, movimientos y longitudes de onda se envían a los centros de la memoria visual del cerebro, que contienen patrones de imágenes almacenados permanentemente. Si la imagen fragmentada de la fovea casa con un patrón almacenado en el centro de memoria, voilà!, se reconoce el objeto.

La necesidad que tiene el cerebro de predecir para llenar los huecos entre los fragmentos de imágenes que vemos es también la razón misma de que seamos propensos a las ilusiones visuales. Creemos que vemos algo que no está porque las indicaciones que disparan nuestros modelos predictivos nos dicen que está ahí. En eso se basan los magos e ilusionistas. Completamos la información visual a cada momento. Todos tenemos un punto ciego en el campo visual, que se produce porque el lugar donde el nervio óptico entra en la retina no tiene ni bastones ni conos. En cada ojo, no vemos una gran área de nuestro campo visual. El tener dos ojos, esto es visión binocular, lo compensa, pero si nos tapamos un ojo no veremos la escena que tengamos delante con un agujero en medio: el cerebro rellenará los detalles y patrones continuamente; cuando divisamos al perro a través del enrejado de una cerca no vemos solo partes de perro, sino que obtenemos su imagen visual completa.

Nuestro aparato perceptivo filtra también las señales del «ruido interno», tal y como el dial de una radio consigue captar una emisora entre las interferencias. Hay ruido de fondo por todas partes en una población de neuronas. Estas, por lo general, se disparan todo el tiempo, pero aleatoriamente; los estímulos solo hacen que se disparen más deprisa y que lo hagan organizada, sincronizadamente. Las neuronas son como los componentes de una orquesta, que ejercitan sus dedos y afinan de manera caótica hasta que el director marca de pronto el primer tiempo; en ese momento dan inmediatamente la armoniosa primera nota.

El ruido continuo y el hecho de que las redes neuronales estén aleccionadas para esperar ciertas sensaciones explican por qué los amputados sufren el síndrome del miembro fantasma, la sensación de que la parte que falta del cuerpo sigue allí. Estos pacientes experimentan a veces dolores intermitentes o cosquilleos en el miembro del que carecen. La razón es que las redes neuronales gracias a las cuales el miembro experimentaba sensaciones antes de la amputación, siguen intactas y aleccionadas para responder; si llega una señal aleatoria cercana a la señal que se usaba para indicar una causa de dolor, la red se dispara e interpreta el estímulo como un dolor real. Por desgracia para muchos amputados, los dolores anormales y los picores pueden volverse más pronunciados con el tiempo porque a medida que la red del dolor falso se dispara más y más veces tiende más a responder inapropiadamente como si fuese un dolor a un estímulo aleatorio. Las neuronas que se disparan juntas se conectan juntas.

Tiene, no obstante, su interés que ese ruido de fondo sea también esencial para nuestra capacidad de percibir estímulos que de otra forma no podríamos captar. Un equipo dirigido por James Collins, del Centro de Investigaciones Neuromusculares y del Departamento de Ingeniería Biomédica de la Universidad de Boston, mostró que la presencia de cierto nivel de ruido de fondo, o resonancia estocástica, puede incrementar la capacidad de un individuo de experimentar un estímulo que cae por debajo del umbral de la sensación y que de ordinario no habría experimentado. En esencia, si las neuronas

están ya disparándose laboriosamente, podrán captar mejor estímulos débiles, puesto que algunas de ellas se estarán disparando precisamente a lo largo de esa ruta. Collins hizo cosquillas en las puntas de los dedos de los individuos y añadió un poco de presión mientras lo hacía; estos percibían mejor la presión que cuando no se las cosquilleaban.

La capacidad de aumentar la detección de un estímulo que normalmente está por debajo de un umbral ordinario de detección mediante la introducción de un nivel determinado de ruido o estimulación que ayude a los receptores a estar preparados para ser más sensibles, solo funciona hasta cierto punto porque si el nivel de ruido sigue aumentando ensordecera la capacidad del individuo de sentir el estímulo de prueba. Collins espera que sus hallazgos conduzcan al desarrollo de técnicas que recurran al ruido para mejorar la percepción táctil de quienes han perdido sensaciones por culpa de lesiones o de la edad.

Collins colaboró en otro estudio de resonancia estocástica con Paul Cordo, del Instituto de Ciencias Neurológicas R. S. Dow, de Portland, Oregón. Ese estudio mostraba que los mapas corticales que controlan las reacciones musculares a los estímulos táctiles, los cuales limitan con los mapas del miembro perdido, podrían desencadenar las sensaciones fantasmas en algunos amputados. Un paciente que se había quedado sin brazo izquierdo hasta justo por encima del codo sentía un toque ligero en su mano fantasma cada vez que se le daba en la mejilla. La disposición de los mapas corticales es bastante diferente a la verdadera disposición de las partes del cuerpo, así que, aunque pueda parecer raro que la mejilla y la mano estén tan estrechamente conectadas, la verdad es que esos mapas de la corteza cerebral los muestran una justo al lado de la otra.

El dolor y los cosquilleos son probablemente el resultado del esfuerzo de unas redes neuronales cercanas que intentan reclutar las neuronas de la parte de extremidad que se ha perdido, y que ahora están desactivadas y, por lo tanto, disponibles para un uso diferente. Que tal invasión se produce ha sido confirmado con estudios cuyos electroencefalogramas (EEG) y tomografías por emisión de positrones (TEP) han revelado que, tras varios meses de desuso, los mapas de las zonas amputadas empiezan a mostrar activación cuando se estimulan las zonas vecinas. Esto ilustra de nuevo el principio de «o lo usas, o lo pierdes»: si las neuronas no se utilizan para su propósito original puede que se las reclute para otros procesos cerebrales. El cerebro, un gerente maravillosamente ahorrativo, adiestra de nuevo las redes ociosas para que desempeñen un nuevo oficio. Sin embargo, en lo que se tarda en lograr esa cooptación, otras partes de las viejas redes -en este caso el tálamo- siguen leales a sus pautas históricas, que tienen bien aprendidas, de disparo, e interpretan equivocadamente los estímulos como instrucciones de disparo, a veces conforme a pautas relacionadas con el malestar o el dolor.

Se han encontrado otras pruebas de cooptación en los ciegos. Unos estudios de 1996 mostraron que cuando los ciegos leen los puntos en relieve del braille no solo se encienden las áreas cerebrales que usualmente se encargan del tacto, sino también una extensa zona de la parte de atrás del cerebro que en los videntes está dedicada a la vista: la corteza visual. Las neuronas que hay allí, conectadas originalmente para la vista, se reclutaron para el tacto. Un estudio posterior, de 1997, mostró que la corteza visual de los ciegos potencia realmente su sentido del tacto: cuando los investigadores bloqueaban temporalmente el funcionamiento de la corteza visual los individuos tenían grandes dificultades en leer braille, y hasta indicaban que notaban puntos en páginas completamente lisas.

Guarda relación con esto el hecho de que cada vez haya más indicios neurológicos que ratifican la creencia, muy extendida, de que los ciegos oyen mejor que quienes ven.

La idea tiene sentido: puede que el área destinada a la audición en los ciegos se desarrolle más, pues dependen de ese sentido mucho más que los videntes. Lo mismo se ha probado en otros casos. Por ejemplo, las investigaciones han mostrado que la zona del cerebro dedicada a controlar el movimiento de los dedos de la mano izquierda es mucho mayor en los violinistas, de tanto que los usan. La natural adaptabilidad del cerebro ayuda a los ciegos porque les capacita para distinguir las indicaciones auditivas con un grado de discriminación mucho mayor. Pueden aprender a hacerse un mapa de la disposición de una habitación a partir de los ecos de los golpes de su bastón, cosa que quienes ven no pueden hacer, ni falta que les hace. Un corolario, pues, de nuestra regla «o lo usas, o lo pierdes»: el uso adicional supone corteza adicional. La lección, otra vez, es que la percepción en marcha reconfigura el cerebro en marcha. La práctica hace un cerebro nuevo.

SEÑAL Y RUIDO

Como ya está claro, la capacidad del cerebro de distinguir una señal o el ruido es crucial para una percepción apropiada. Una neurona solo pone en marcha un proceso de disparo a través de su sinapsis cuando una señal procedente de una neurona contigua produce su «ignición». Por ejemplo, cuando un pájaro entra de pronto volando en su campo visual, los rayos de luz que rebotan en él entran en su ojo y estimulan las células receptoras de la retina. La energía de las ondas de luz dispara la emisión de un neurotransmisor de una neurona a otra. La neurona receptora envía neurotransmisores a través de la sinapsis siguiente, y así sucesivamente, en una reacción en cadena que continúa a lo largo del nervio óptico hasta llegar a la corteza visual.

No obstante, puede ponerse en marcha una reacción en cadena sin que ningún estímulo exterior haga de disparador. En realidad, ocurre tan a menudo que la mayoría de las neuronas «ociosas» están enviando neurotransmisores por su cuenta muchas veces por segundo. La razón es que cualquier actividad eléctrica que haya alrededor de las neuronas, hasta el disparo de otra cercana pero desconectada, las dispara. Cada uno de los miles de canales de cada una de los miles de millones de neuronas que tenemos puede cerrarse o abrirse en respuesta a la actividad eléctrica del área en general. Por consiguiente, la mayoría de las neuronas se disparan más o menos al azar, en una especie de guerra de cada una por su cuenta. Esto facilita el adiestramiento de la célula nerviosa, pues es más fácil darle «más caña» a una neurona que se está disparando que empezar de cero, o con una célula desactivada.

Participar en este monótono ruido es el estado normal de una neurona, hasta que alguna forma de información más específica pasa por ella. Cuando entran las ondas luminosas procedentes de un pájaro, o una señal de una idea o de cualquier otra representación interna, las neuronas se ponen de pronto a disparar mucho más deprisa y, lo que es más importante, de manera sincronizada y ordenada. Es como si todo un coro estuviese formado por neuronas y cada una tarareara bajito su canción favorita. De pronto alguien da una palmada -el estímulo- y el grupo entero entona una canción coherente, en una armonía a tres voces. De esta forma, olemos algo bueno cuando pasamos por un restaurante y enseguida identificamos que es una pizza. Esta capacidad de sincronizar la actividad eléctrica es el fundamento mismo de la cognición. Nuestros cerebros están llenos siempre de ruido. Que percibamos algo a través del barullo depende de que el patrón sobresalga lo suficiente del fondo.

En mi labor como psiquiatra, hace mucho que considero que el concepto de ruido es un medio valioso para comprender tanto la experiencia cotidiana como la psicopatología. Factores diferentes predisposiciones genéticas, sucesos de la niñez, factores

medioambientales o niveles alterados de neurotransmisores o drogas- pueden cambiar la intensidad y el tono de la actividad neuronal, incluidos los disparos espontáneos que se producen con frecuencia. Cuando la razón entre señal y ruido de su programa de televisión nocturno favorito se vuelve demasiado baja, quizá por culpa de una tormenta eléctrica pasajera, y usted no puede ya distinguir las imágenes y las voces de la nieve, se siente molesto y cambia de canal. Si hay demasiado ruido de fondo en sus neuronas puede que también se sienta molesto, pero no podrá cambiar a otra cadena.

Un exceso de ruido mental en el cerebro puede hacer difícil percibir lo que está pasando y recarga otros circuitos de atención, memoria, aprendizaje, cognición, estabilidad emocional o cualquier otra función cerebral. El sistema pasa a padecer una sobrecarga de información. Si los disparos neuronales son demasiado rápidos y furiosos, será posible que los estímulos que se reciban no activen y ensamblen las neuronas en un comportamiento adecuadamente sincronizado. Ello, a su vez, podría tener como consecuencia el procesamiento incorrecto de un estímulo, y por consiguiente las neuronas se dispararían equivocadamente. Esto es lo que puede pasarle a una persona muy ansiosa cuando hace un test. La ansiedad incrementada aumenta el ruido mental, tanto que alguien así puede ver, al pie de la letra, menos de su entorno, como si el espacio cerebral que por lo común está abierto a la percepción estuviese atareado con el ruido interno. Se quedará mirando una pregunta del cuestionario y, literalmente, no verá ciertas palabras, así que no la interpretará bien y dará la respuesta equivocada. Puede que hasta se pase por alto preguntas enteras de la página. Sus cerebros están tan ocupados viéndoselas con el ruido, que los canales visuales del cerebro no estarán abiertos como haría falta para percibir con precisión. Nuestros cerebros no son infinitos. Se quedan sin espacio, sin gasolina, por así decirlo. Si el cerebro está ocupado intentando filtrar ruidos incómodos y que frustran, preocupaciones, inquietudes de un tipo o de otro, quedará menos «sustancia cerebral» disponible para la percepción.

OLFATO

De todas las formas de conseguir que llegue información sensorial al cerebro, el sistema olfativo es la más antigua y quizá la peor conocida. Si cabe alguna duda acerca de la contribución del olfato a la percepción, piénsese en quienes sufren de anosmia, la pérdida completa de la capacidad de oler. Ni siquiera pueden saborear la comida. Una paciente con anosmia declaraba que la breve recuperación de su sentido del olfato fue como «el momento en El mago de Oz en que el mundo pasa de estar en blanco y negro a estar en technicolor».

Los olores pueden tener efectos poderosos. Pueden asustarnos, intrigarnos o confortarnos. Como el sistema olfativo del cerebro tiene una conexión breve y directa con los centros de la memoria, los olores pueden devolvernos vívidamente a una escena del pasado. Diferentes personas pueden detectar el mismo aroma y sacar de él experiencias muy divergentes. Para un hombre que fue boy scout y pasó fines de semana maravillosos en el bosque, puede que el olor de la leña ardiendo que le viene de la chimenea del vecino le evoque sensaciones de placer y le traiga recuerdos queridos. Para un hombre que pasa por allí y al que le pilló un incendio en casa de niño, puede que el olor del humo de la madera le despierte una intensa ansiedad. Las experiencias relacionales de cada uno son diferentes. A una mujer que participaba en un estudio le agradaba un olor que los demás encontraban repugnante: una mezcla de ajo, gasolina natural y aceite de motor. La mujer había pasado unas vacaciones de verano en Alaska, cerca de una refinería de petróleo y se había adaptado allí: el olor la recordaba los días maravillosos que pasó entonces.

No todos podemos detectar todos los olores. Si no estamos expuestos a ciertos aromas al principio de nuestro desarrollo es posible que perdamos para siempre la capacidad de reconocerlos. Tal y como pasa con los demás sentidos, podemos adiestrarnos para oler mejor. Por ejemplo, los creadores de perfumes tienen años de experiencia reconociendo aromas inéditos e interesantes. Poseen narices entrenadas y se ganan la vida detectando la mezcla justa.

El olor explica también mucho de lo que captamos con el gusto. La mayor parte de lo que nuestro aparato gustativo nos dice acerca de nuestro plato al curry favorito ha sido recogido en realidad por el sistema olfativo. Los receptores de la nariz están especializados en detectar información química en el aire que inhalamos, así como en lo que emana cuando masticamos la comida. Las papilas gustativas de la lengua solo añaden una medición de la presencia de azúcares, sales, ácidos y bases (dulce, salado, agrio y amargo, respectivamente). La nariz hace lo demás.

La neuroanatomía del tracto olfativo es única entre los sentidos. El oído, una parte pequeña de la visión, el tacto y el gusto entran en el cerebro a través del tronco cerebral y ascienden al tálamo. Desde esta estación central, millones de redes neuronales transfieren señales a las regiones de la corteza especializadas en cada sentido. Las señales van rebotando y al final se las manda, para procesarlas más, al sistema límbico, que desempeña un papel central en emociones, memoria, placer y aprendizaje. El sistema límbico añade a menudo una etiqueta emocional: de alegría para quien tuvo un "golden retriever" y se encuentra con uno desconocido en la calle, o de miedo para alguien a quien una vez mordió un perro desconocido. Recupera recuerdos y puede iniciar una reacción corporal: una sonrisa en el caso del antiguo dueño del retriever, un pulso acelerado para la víctima del mordisco. En cuanto se suscita una respuesta emocional puede que se empiece a planear una manera apropiada de proceder: arrodillarse para acariciar el perro o alejarse de prisa para no encontrárselo.

Dada la complejidad de la información visual y auditiva, y las correspondientes posibilidades de que se malinterpreten las situaciones ambiguas, el cerebro intenta comprender los detalles menores antes de hacer un juicio. Por el contrario, los nervios olfativos se proyectan directamente dentro de la amígdala y la corteza olfativa, que son partes del sistema límbico, sin que medie el tálamo. Los nervios olfativos tienen línea directa con el cerebro emocional, y solo después se manda la información a la corteza orbitofrontal para nuevas asociaciones e inhibiciones y procesamientos adicionales. La conexión «olfativa» es mucho más rápida y decisoria que los sistemas de los demás sentidos, y no hay muchos filtros antes de que la memoria emocional pida que se actúe. Así, las ventanas de la nariz están situadas justo encima de la boca porque hacen de último sistema de alarma. Si estamos a punto de comer algo desagradable que podría sentarnos mal, el sistema olfativo debe ser capaz de detectar el olor que lo revelará, compararlo con un recuerdo codificado en el sistema límbico y alterar nuestro comportamiento, todo en la fracción de segundo que tarda un bocado en pasar de estar bajo la nariz a los labios.

La ruta directa recorrida por la información olfativa es un remanente de una evolución anterior, cuando las respuestas rápidas, emocionales a los olores desempeñaban un papel crucial en la supervivencia. El olor se diferencia también de los otros sentidos en que su maquinaria (la red olfativa) sigue sin estar cruzada. Los demás sentidos mandan la mayor parte de su información a través del tálamo al hemisferio opuesto del cerebro para que sea procesada.

El olfato fue un catalizador principal en la evolución que convirtió el cerebro primitivo (apodado «cerebro olfativo» porque era poco más que un tejido olfativo situado sobre una médula espinal) en el moderno, más complejo. Se cree que el sistema límbico entero ha

evolucionado solo desde su función original de interpretar los olores y emitir feromonas, los aromas químicos que envían mensajes sociales o sexuales a los demás miembros de la misma especie. A medida que evolucionaban otras conexiones cerebrales, nuestra capacidad de procesar la información sensorial fue refinándose. La corteza olfativa no se ha encogido, pero el resto del cerebro se ha expandido.

La verdadera captación de las moléculas que lleva el aire empieza en la parte superior de las cavidades nasales, en un trozo de tejido amarillento, el epitelio olfativo, que contiene receptores olfativos. Cada receptor está cubierto con unos veinte cilios, o tentáculos pilosos microscópicos, que se mueven constantemente y se ondulan al azar en un baño de secreciones húmedas que sirven para disolver las sustancias que inhalamos. Cuando una sustancia se difunde a través de la capa mucosa y se liga a un receptor olfativo, altera el patrón de disparo de las neuronas que conducen de allí al corazón del sistema límbico.

Nuestro sistema olfativo reconoce ciertos olores desde el nacimiento, de manera notable los que indican un peligro, como los de los alimentos podridos. Pero el sistema se entrena también con la experiencia, como demuestran los creadores de perfumes o un sumiller competente. Como los seres humanos son capaces de reconocer y diferenciar hasta diez mil olores, no es posible que las cavidades nasales lleven incorporados tantos receptores como haría falta para que se especializasen en olores determinados. Parece que el sistema olfativo se parece al inmunitario en que es capaz de adquirir la capacidad de reconocer una gama prácticamente ilimitada de señales moleculares. Cómo lo logra no está todavía claro. No obstante, Walter Freeman, que dirige el laboratorio de neurofisiología de la Universidad de California en Berkeley, y Luca Turin, biofísico del University College de Londres, llevaron a cabo experimentos que proporcionaron unas pistas cautivadoras. Vieron que tras la exposición a un olor, los disparos neuronales a través de la superficie del receptor olfativo van formando un patrón característico. Sin embargo, si se presenta un segundo olor, el patrón se interrumpe, y si el olor original vuelve a presentarse más tarde, aparece para él un patrón nuevo.

Este descubrimiento es apasionante porque de él se derivan dos realidades. La primera, que cada percepción influye en todas las posteriores y por lo tanto en qué está listo a percibir el cerebro. La segunda, que el mismo estímulo puede representarse de una manera completamente diferente de un momento al siguiente, lo que da a entender que estamos lejos todavía de entender cómo funciona la percepción.

Se represente como se represente la información en los receptores olfativos, es bien conocida su capacidad de afectar emocionalmente al cerebro. El sistema límbico contiene los centros de placer del cerebro; los olores del sexo y la comida activan muchos de ellos. Por lo tanto, el sistema olfativo está en condiciones de establecer un nexo entre los comportamientos que se puedan tener y su recompensa, y hará que una persona vaya tras una pareja o una buena comida. El centro de recompensa es fundamental para el aprendizaje y proporciona la motivación de hacer algo o la sensación de sentirse satisfecho. Como el aparato olfativo está conectado directamente con ese sistema que determina placeres y repugnancias, es un potente disparador que puede motivarnos muy deprisa y directamente, sin las asociaciones o pensamientos abstractos que nos hacen falta para responder a la vista o a la audición. Es simple, directo y poderoso.

Muchas especies usan las feromonas como señales para dirigir comportamientos esenciales, como el apareamiento, la alimentación, el vuelo, el combate y la crianza. Se pueden detectar cantidades pequeñísimas de feromonas a largas distancias. Por ejemplo, antes de aparearse, la hembra del gusano de seda suelta 0,01 millonésimas de gramo de una sustancia química, el bombycol, ¡y eso le basta para atraer a mil millones de machos en un radio de tres kilómetros! Otras feromonas controlan la conducta agresiva; ellas son

las que impelen al salmón a intentar la asombrosa hazaña de nadar contra corriente hasta el lugar del río donde nació.

Los seres humanos emiten feromonas en todos sus fluidos corporales. Intriga nuestra capacidad de comunicar con feromonas, casi es misteriosa. Un fenómeno relacionado con ellas es la sincronía menstrual, por la cual los ciclos menstruales de una mujer se alteran con la presencia de otras. La descubrió en 1971 una investigación que indicó que los ciclos menstruales de las mujeres que pasan mucho tiempo juntas, como unas compañeras de habitación o amigas íntimas, tienden a empezar con una diferencia de un día o dos. Estudios posteriores hallaron que si se frotaba sudor de mujer sobre el labio superior de otras, los ciclos de estas se sincronizaban.

Experimentos recientes han revelado además que en la nariz hay una zona que detecta feromonas que no llevan un olor que se reconozca conscientemente. Los individuos que participaban en esos experimentos contaban que no olían nada en absoluto, y sin embargo los electrodos captaban cambios mensurables en su sistema nervioso autónomo, y experimentaban sensaciones de contento o de incomodidad moderadas, según la feromona. Claro está, pese a que gracias a nuestras capacidades racionales superiores controlamos nuestro comportamiento, ¡tenemos todavía mucho que aprender acerca de lo que pasa cuando dos personas se encuentran en la calle!

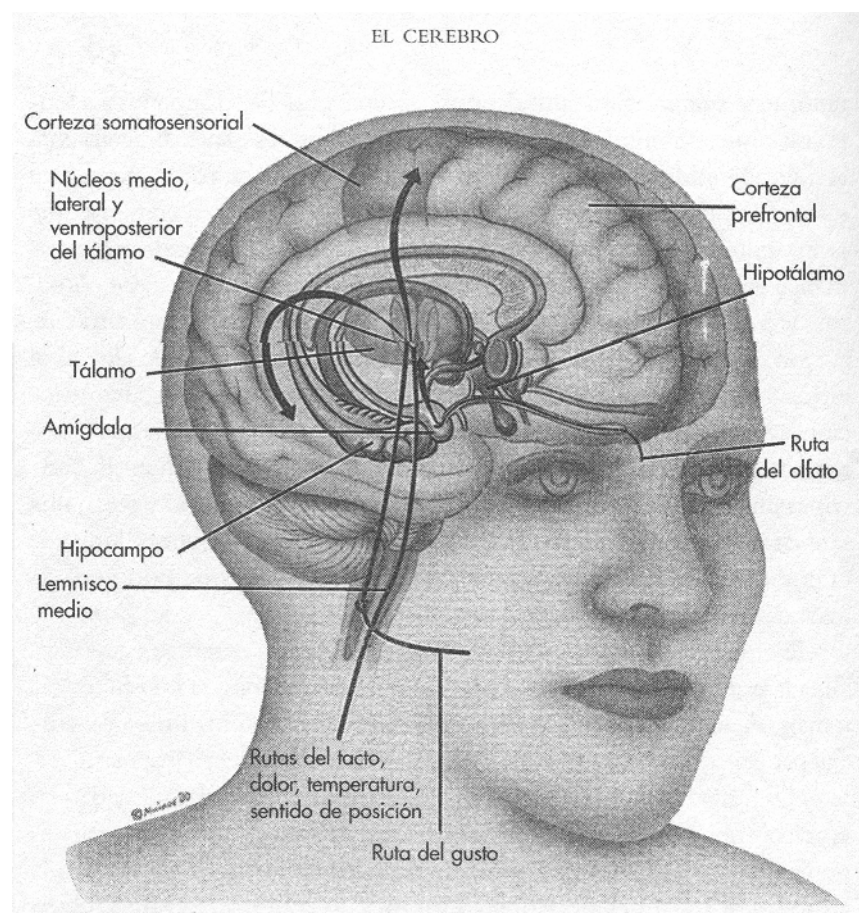
La aromaterapia, un método de curación alternativo, se basa en otro fenómeno que se ha investigado ampliamente con seres humanos. La teoría dice que, como los nervios olfativos transmiten señales directamente al sistema límbico y suscitan una reacción emocional inmediata, pudiera ser que algunos olores nos calmasen, nos estimularan, nos ayudasen a dormir o influyesen en nuestros hábitos alimentarios. Un estudio de niños que iban al colegio en zonas en las que el aire estaba persistentemente contaminado mostró que estos aromas aumentan la agresividad. Básicamente, la aromaterapia pretende encontrar fragancias placenteras que alivien el estrés. Con extractos de plantas se concentran olores que suscitan reacciones emocionales. Por ejemplo, los de ciertos extractos hacen que el cerebro segregue encefalinas, que son fragmentos, de origen natural, de proteínas similares a la morfina; estas secreciones reducen el dolor y crean una sensación de bienestar. Los aromas de otros extractos provocan la secreción de endorfinas, neuropéptidos de origen natural que potencian la excitación sexual.

El olor, parece, puede influir también en funciones cerebrales que afectan a la psicopatología. Como se ha dicho ya, los axones de los bulbos olfativos se conectan con la amígdala, estructura del sistema límbico esencial para el comportamiento de cría y el condicionamiento por el miedo. Si se les quita la amígdala, los animales descuidan a sus crías y olvidan las asociaciones negativas con determinados estímulos que han formado previamente. Se ha vinculado la hipersensibilidad de la amígdala con la ansiedad, los ataques de pánico, el trastorno de estrés postraumático (TEPT) y el trastorno de hiperactividad y déficit de atención (THDA). La amígdala recibe estímulos de cada modalidad sensorial, pero de ninguna tan directamente como del olfato.

Hay también proyecciones olfativas en el hipotálamo, el centro hormonal del cerebro, responsable de la reacción de dar la cara o salir corriendo. Por consiguiente, los olores pueden alterar el ritmo cardíaco y la presión sanguínea directamente, con muy poca mediación. Las fibras olfativas se proyectan también hasta las zonas de placer del sistema límbico, incluidas la amígdala y el área del septum, donde se observan anomalías en la esquizofrenia, las adicciones, el THDA y la mera capacidad de sentirse satisfecho. Resulta interesante que la depresión cause a menudo una disminución sustancial de la capacidad del paciente de identificar olores diferentes. Las mujeres tienen un sentido del olfato más agudo que el de los hombres, y se les da mejor captar olores en ciertos momentos de su ciclo menstrual. Es bien sabido que la epilepsia que empieza en la zona

límbica abruma a quien la padece con olores y sabores extraños o malísimos durante los ataques.

Merece la pena señalar que, sin embargo, muy pocos son capaces de «imaginar» muy bien olores cuando oyen una palabra o visualizan algo especialmente oloroso. Puede que esta incapacidad se deba a que el área de la corteza superior dedicada al olfato es más bien pequeña. En cambio, los olores suscitan con fuerza recuerdos porque los nervios olfativos están conectados directamente con el hipocampo y la amígdala, que son cruciales para la memoria. A todos nos es familiar cómo un olor puede despertar recuerdos completos, con sonidos, imágenes y sentimientos: el olor de un pastel de manzana recién sacado del horno le devuelve a uno a la cocina de la abuela; el olor de la plastilina Play-Doh a la clase de párvulos; el olor del incienso a la habitación en el colegio mayor; el aire caliente, húmedo, a la temible aula.



EL SISTEMA SOMATOSENSORIAL.

Los sistemas del cerebro procesan la información que se recibe del exterior para crear sensaciones, como el olor, el gusto y el tacto. La ruta del olfato o del olor es la más simple, la única directa de nuestro aparato sensorial. Los olores se captan por medio de las cavidades nasales, se procesan como información electromagnética y pasan a la amígdala y después a la corteza.

Las demás rutas sensoriales pasan por el tálamo, la «gran puerta» de las señales sensoriales. La ruta del gusto parte de los mamelones gustativos, donde se toma la información, y asciende hasta el tronco cerebral. De ahí se remonta al tálamo y sigue hasta la corteza. Las sensaciones de tacto, presión, temperatura y dolor procedentes del cuerpo viajan a una estación de paso en el tronco cerebral. Esta información se manda luego al tálamo y de ahí a la corteza somatosensorial, donde se la sigue procesando.

GUSTO

Como dice Oliver en el famoso musical, la vida sería demasiado insípida sin sabores. Al igual que el olfato, nuestro sentido del gusto se desarrolló pronto en nuestra evolución, para protegernos de la ingestión de venenos que podrían haber matado a una especie en ciernes. Pero hoy el gusto sirve también para enriquecer nuestras vidas. ¿Se imagina que la comida no tuviese sabor? Al hábito de comer le faltarían las increíbles experiencias emocionales y culturales que hemos acumulado alrededor de la comida.

Como en la nariz, los receptores del gusto responden a estímulos químicos. Tenemos entre 2.000 y 5.000 mamelones gustativos en la boca y alrededor de ella. Las gallinas tienen solo veinticuatro, así que se les puede dar lo que sea, que les dará lo mismo. En cambio, los barbos tienen la mayoría fuera de la boca, y así pueden degustar la comida sin abrirla siquiera. Al contrario de lo que cree la gente, los mamelones gustativos de los seres humanos no están exactamente en la lengua, sino dentro de las mejillas, en el paladar y en la garganta, pero para los propósitos de este capítulo nos centraremos en las papilas, esos relieves de la lengua que le dan su textura áspera. Cada papila tiene entre uno y varios cientos de mamelones con forma de cebolla y una abertura en la parte superior, el poro gustativo. Los mamelones gustativos están compuestos por células que detectan y procesan los estímulos relativos al gusto, a los que convierten en señales que viajan al cerebro.

En cada célula receptora se produce una reacción química que transduce, o convierte, la señal química en una corriente eléctrica que se envía como impulso a lo largo de una fibra nerviosa a través del tronco cerebral y dentro del cerebro. En la actualidad existen dos teorías acerca de cómo llegan a codificarse los sabores en patrones de disparos neuronales. La teoría de la especificidad dice que las neuronas se afinan para reaccionar a cualidades gustativas específicas. La teoría del patrón de fibras opta por la idea de que un patrón de actividad genera las señales en muchas fibras nerviosas; las sustancias que tienen gustos parecidos suscitarán patrones parecidos. Los científicos y los investigadores de las industrias alimentarias identifican nuevos receptores gustativos mientras siguen definiendo el proceso gracias al cual se percibe la experiencia química del gusto.

Hay cuatro categorías de receptores gustativos, que captan los cuatro sabores básicos: dulce, salado, agrio y amargo. Los receptores que están cerca de la punta de la lengua son especialmente sensibles a la dulzura. Los sabores salados y agrios se notan más en los lados. El amargo se distingue más en la parte posterior de la lengua, así como en el velo del paladar. Tiene su interés que el centro de la lengua no tenga mamelones gustativos; se le llama a veces el punto ciego de la lengua. Hace poco, unos investigadores japoneses identificaron una quinta categoría de sabores básicos, el umami, que en japonés significa delicioso, sabroso. Puede que este propuesto quinto sabor sea un potenciador del sabor, un receptor que hace que la comida sepa deliciosamente.

Los científicos creen, desde un punto de vista evolutivo, que cada uno de los cuatro sabores básicos desempeña una función ecológica importante. El dulce asegura que no dejaremos de buscar una fuente de energía, y señala a un alimento como nutritivo. La sensibilidad a la sal ayuda a mantener el equilibrio de fluidos y electrolitos del cuerpo. La percepción del amargor pone en guardia contra toxinas y venenos, y el sabor agrio contra los alimentos estropeados. Esto quiere decir que incluso antes de que se desarrollaran los niveles cognoscitivos superiores del cerebro, nuestros antecesores, los primates o sus antepasados, tenían en el tronco cerebral una maquinaria gustativa. El gusto no es, sin embargo, blanco o negro: hay personas que tienen una afinidad o aversión más fuerte a una categoría del gusto u otra. Ciertas sustancias químicas pueden alterar, además, el

gusto de un alimento. Por ejemplo, el cloruro sódico (la sal) hace que ciertos alimentos sepan «mejor» porque inhibe la acción de los compuestos amargos en nuestros mamelones de los sabores amargos.

Una característica interesante de los sistemas gustativo y olfatorio es el ciclo constante de nacimiento, desarrollo y muerte de las células receptoras, que dura, de media, diez días en el caso del gusto y treinta en el del olfato, a diferencia de los receptores sensoriales de la visión, la audición y el tacto, que son fijos y están protegidos tras el ojo, el oído y la piel. Este ciclo regenerativo, denominado neurogénesis, cumple una función importante porque esos receptores químicos están expuestos constantemente al ambiente. Los receptores del gusto tienen que soportar líquidos muy calientes y muy fríos, condimentos agresivos y el constante raspar de los dientes. Los bombardean además bacterias y desechos, y corren continuamente el riesgo de secarse. Si la lengua se quema con chocolate caliente, hay que darle las gracias a la neurogénesis de que la pérdida de gusto causada por ese trauma se restaure bastante pronto con la regeneración de las células.

Como se ha mencionado antes, el gusto depende mucho del sentido del olfato. El 75% de lo que nos parece haber experimentado con el gusto, especialmente la percepción de sabores de la comida, hay que atribuirlo en realidad al sentido del olfato. La verdad es que lo más importante es la acción combinada de los dos sentidos. Cuando uno se come una pizza, los olores de la masa, el orégano y el queso se combinan con el sabor salado para producir el gusto que conocemos y nos complace. Recuerde su último catarro; puede que le pareciese que nada le «sabía». La carencia no se debía a sus mamelones gustativos, sino a la nariz taponada que bloqueaba los receptores olfatorios. La próxima vez que se acatarre, concéntrese en lo que realmente capta mientras come. Percibirá sabores salados, dulces, agrios y amargos, pero sin el olor no percibirá el verdadero gusto de la comida.

Merece la pena señalar que la percepción de los sabores no es la única función de nuestro sentido del gusto. Mientras damos vueltas a la comida sobre la lengua vamos procesando información acerca de la textura y sentimos la lisura de la pasta, la sensación como de goma de la gelatina o la dureza de la corteza del pan integral de centeno al que llamaron pumpernickel porque se creía que era tan difícil de digerir que ni siquiera el diablo (nickel) se libraría de la flatulencia (pumpern) si lo comía. La lengua capta también la temperatura. Aunque no se note el gusto de la comida con un catarro, sí se percibirán su temperatura y textura.

La temperatura también afecta a los receptores del gusto. Si los mamelones olfatorios se enfrían o hielan, la capacidad de percibir ciertos sabores se reduce mucho. Sabedores de esto, algunos sectores de la industria de la alimentación y de la bebida han sacado partido del fenómeno. Por ejemplo, los grandes fabricantes de cerveza americanos gastan miles de millones de dólares en anunciar el gran sabor de la «cerveza helada»; los cerveceros de casas más pequeñas y los fabricantes europeos, en cambio, le dirán que la razón de que los grandes fabricantes americanos quieran que beba usted sus productos helados es porque la conmoción que produce la entrada de un líquido muy frío en la boca insensibiliza temporalmente los mamelones gustativos. ¡Usted ni siquiera saborea la cerveza! Es probable que ya haya usted hecho el experimento bebiendo el último o los dos últimos tragos de la cerveza en una fiesta una vez ha estado sin tocar el vaso un buen rato: «La cerveza se ha calentado. Sabe fatal». Es la misma bebida, la misma mezcla; la composición no ha cambiado, pero la temperatura sí. En realidad, los pequeños fabricantes y los fabricantes y pubs europeos sirven la cerveza solo un poco más fina que la temperatura ambiente, por lo que se puede apreciar todo su sabor, y sabe bien.

Sean de cerveza o de pizza, las señales del gusto entran en el cerebro en la medulla, en el tronco cerebral, por tres nervios craneales. Desde el nucleus solitarius, el área de llegada en la medulla, se mandan las señales al tálamo y de allí a los centros del gusto en la corteza, que los expiden por rutas paralelas al hipotálamo y la amígdala, y de ahí a otras partes del sistema límbico, donde las emociones y la memoria se guardan y recuperan correspondiendo a las características del sabor. Esto puede hacer que evitemos las comidas que saben de determinada manera o que deseemos las que satisfacen las necesidades nutritivas del cuerpo, como la sal. Las señales que viajan arriba y abajo por esas rutas afectan también a reflejos consuntivos como la salivación y la deglución.

El hipotálamo desempeña un papel fundamental en los mecanismos alimentarios. Los estudios realizados acerca de las lesiones cerebrales de las ratas muestran que cuando existen problemas en la zona lateral del hipotálamo dejan de comer y de beber, mientras que las lesiones del núcleo medioventral del tálamo causan recalentamiento. Se están estudiando con gran interés estas y otras regiones cerebrales porque quiere saberse si puede influirse en ellas para manipular los centros del hambre y la saciedad, y crear así fármacos dietéticos apropiados.

Hay áreas del tálamo y del hipotálamo que participan en las pautas de retroalimentación que mantienen el equilibrio energético y el peso del cuerpo. Las decisiones acerca de si se come o bebe, de qué se come o bebe, de si se sigue comiendo o bebiendo y de cuándo se deja de comer o beber -el equilibrio entre comer y saciarse- son consecuencia de los intercambios entre esas dos áreas. Como el hipotálamo es también un actor clave en el sistema motor, las emociones y la memoria, se cree que controla nuestra hambre disparando la secreción de dopamina, que nuestro sistema de gratificaciones recibe como una gratificación. Cuando esas áreas determinan que se ha llegado a la saciedad deja de segregarse dopamina y se nos quitan las ganas de comer.

POR QUÉ NOS GUSTAN LAS COMIDAS PICANTES

Dados estos tipos de controles y nuestra aversión general a los sabores extremos, es un fenómeno curioso, hablando científicamente, que a la gente le guste la comida picante. En ninguna otra parte del mundo animal se verá una especie que ingiera a propósito alimentos «que quemen la lengua y prendan fuego en la boca».

La sensación de lo «picante» es en realidad la percepción de una irritación. Los chiles deben su sabor picante a una sustancia química insípida e inodora, la capsaicina, que irrita ciertos nervios. Los científicos miden la «picantez» de una guindilla en unidades de Scoville, que es una medida de la concentración de capsaicina. Las corrientes tienen cero unidades, los jalapeños entre 2.500 y 5.000, y la guindilla más picante que existe, el habanero, 300.000 abrasadoras unidades de Scoville. Unos nervios de la boca, los trigeminales, registran sensaciones como las que producen morder un chile o la quemazón del amoníaco. Entonces ¿por qué hay quienes se exponen a esa sensación, y hasta les gusta? Una explicación es que la gente toma comidas picantes en los climas cálidos para que el cuerpo transpire y se refrigere. Otra es que ingerir comidas picantes potencia la apreciación de otros sabores en la comida y que eso hace que el cerebro libere endorfinas, potentes sustancias químicas que suprimen el dolor y crean una sensación de bienestar. Puede también que sea porque el reto de aguantar el ardor de una guindilla se parece al que supone mantener los músculos en tensión al levantar pesas o correr. El disfrute es al final logro, un «masoquismo benigno», dice el científico Paul Rozin, de la Universidad de Pensilvania. Rozin dice que el cuerpo responde como si

estuviese en peligro, pero la mente sabe que se está a salvo, y esa es, para algunos, una experiencia placentera.

Puede que se haya dado cuenta de que los alimentos tienden a perder su sabor a medida que avanza la comida. Ciertamente, la cuarta o quinta vez que uno moja en la salsa de jalapeño es menos tremenda que la primera. Este fenómeno puede atribuirse a la mera biología. Como el cerebro entero, los cinco sentidos reaccionan con mayor fuerza a los cambios, y así podemos sobrevivir en un entorno donde no para de haberlos.

Por lo tanto, cuando el mismo estímulo se presenta de manera continua durante un tiempo considerable los receptores padecen un proceso llamado adaptación: en líneas esenciales, aceptan la señal como una rutina y los mensajes en el cerebro, por consiguiente, pierden intensidad. Alrededor de un minuto de estimulación continua tardan determinados receptores de sabores en alcanzar su sensibilidad normal. Después, se adaptarán y el sabor se difuminará.

La mejor manera de evitar la adaptación es dar a los mamelones gustativos alimentos diferentes que degustar durante la comida. En vez de comer el filete de una vez, ofrezca a sus mamelones unas patatas y luego unas verduras. Cuando vuelva al filete los mamelones reaccionarán a él como si fuera la primera vez, y usted obtendrá más sabor. Y lo mismo pasará con las patatas y las verduras en cada rotación. Como el resto del cerebro en general, el sentido del gusto está siempre a la caza de lo nuevo, que puede ser una amenaza o una fuente nueva de alimento o comodidad. El impacto de lo nuevo en nuestra supervivencia nos excita; nos estimula a tomar nota y darle la bienvenida o a ser cautelosos.

La adaptación se da en los cinco sentidos. Quizá el ejemplo más reconocible sea el de las «imágenes persistentes». Si se queda contemplando una imagen fija en la televisión o en la pantalla del ordenador y cierra de pronto los ojos seguirá viendo la imagen, pero los colores estarán invertidos, como en el negativo de una fotografía en color. Si se queda mirando un vestido que tenga colores durante un minuto aproximadamente y mira acto seguido una pared blanca, se dará cuenta de que sigue viendo el vestido, de nuevo con los complementos de los colores en vez de tal y como es. Lo que pasa es que su cerebro, tras una estimulación prolongada, se ha adaptado; se ha acostumbrado a la imagen, y una señal, débil, sin accidentes, como el negro de los ojos cerrados o el blanco de una pared desnuda, no la perturban demasiado. Los circuitos del cerebro están activados, y esa actividad tarda en disiparse. Es la resaca sensorial del cerebro.

Al igual que un exceso de un sabor demasiado constante debilita la sensación de sabor, una cantidad demasiado pequeña no la disparará en absoluto. Hay dos tipos de umbrales de sabor. Al primero se le llama umbral absoluto, y es el punto en que se empieza apenas a detectar una determinada sustancia. El segundo es el umbral de reconocimiento, el punto en que se puede ya identificar la sustancia que causa el sabor. Los dos umbrales difieren considerablemente porque detectar la presencia de un estímulo es muy diferente a identificar qué estímulo es.

Los umbrales desempeñan también un papel en la adaptación; cuando se produce esta, el umbral necesario para percibir más un mismo sabor aumenta. Los estadounidenses aprendieron esto de forma exagerada en los años setenta cuando aparecieron los refrescos dietéticos. Cuando los adultos que se habían pasado a Tab o a Diet Coke durante un tiempo probaban un refresco de cola normal, comentaban que les sabía dulce, mucho más de como lo recordaban. La razón era que en los años que habían estado bebiendo Coca-Cola normal se habían adaptado a su sabor; el umbral necesario para percibir «dulce» había subido. Al pasarse al refresco de cola dietético eliminaron el constante estímulo del azúcar, y el umbral necesario para percibir «dulce» bajó.

Existen dos deficiencias que pueden afectar a la percepción del gusto de los humanos. Se produce la disgeusia cuando está dañado un nervio del gusto y la persona percibe gustos que no están, sobre todo sensaciones saladas, metálicas o amargas. La disgeusia puede ser también un efecto secundario de ciertos tipos de medicinas, como los antibióticos claritromicina-amoxicilina cuando se usan en combinaciones para tratar úlceras, y el captopril y el dipiridamol, fármacos que se emplean bastante para tratar la presión sanguínea elevada y los fallos cardíacos congestivos. Las anomalías hormonales pueden también alterar la percepción del gusto; las más conocidas son las que se dan en las primeras fases del embarazo (en las que disminuye la capacidad de percibir los sabores, con las consiguientes ganas de comidas picantes y de combinaciones peculiares, lo cual puede considerarse un esfuerzo por hacer que vuelva la función gustativa) y el hipotiroidismo, o escasez de la hormona tiroidea, que puede perjudicar tanto al gusto como al olor.

La segunda deficiencia es la ageusia, que es la pérdida de la capacidad de gustar. La ageusia total es poco frecuente, pero puede producirse tras la radioterapia, que puede dañar los nervios que comunican los mamelones gustativos con el cerebro, o como consecuencia de un traumatismo en la cabeza, que puede dañar la capacidad de la corteza de reconocer señales gustativas. Es también posible heredarla por medio de una dolencia muy rara consistente en la falta de mamelones o papilas. Es mucho más común sufrir una pérdida parcial del gusto, incluida la incapacidad de percibir una sustancia básica concreta, lo agrio, por ejemplo. La ageusia parcial puede atribuirse a menudo al consumo de fármacos o a tumores en las rutas del gusto, si bien también puede heredarse. La dolencia es análoga a la ceguera a los colores; los agéusicos parciales pueden captar el sabor de la mayoría de los alimentos, pero son mucho menos sensibles a ciertos sabores.

Hace poco, unos investigadores suizos han descubierto una anomalía interesante, el «síndrome del gourmand», anomalía cerebral que afecta a un pequeño porcentaje de personas que han sufrido accidentes cardiovasculares cerebrales, tumores cerebrales o traumatismos en la cabeza, y que causa unas intensas ganas de comer cosas buenas. El síndrome del gourmand se descubrió hace ocho años en un paciente que había sufrido un accidente cerebral y a quien se operó de una lesión alrededor de la arteria cerebral media en el hemisferio derecho. Tras la cirugía no solo no podía andar, sino que exhibía una especial preocupación por la comida.

Cuando mostraron los mismos síntomas más pacientes que habían padecido accidentes cerebrales, los científicos se pusieron a investigar la posibilidad de que una zona concreta del cerebro estuviese afectada. Los investigadores Marianne Regard y Theodor Landis, del Hospital Universitario de Zúrich, estudiaron a, más de 700 pacientes que habían tenido lesiones cerebrales en un lapso de tres años y encontraron 36 hombres y mujeres que satisfacían los criterios que definían el síndrome del gourmand; 34 de ellos tenían en el hemisferio anterior cerebral derecho una lesión localizada, y no había otro sitio lesionado en 30 de ellos. Los pacientes que tenían el síndrome del gourmand parecían disfrutar con sus síntomas. Antes de los ataques no se preocupaban desmedidamente por la comida. Tras estos, no se privaban de poner en uso su nueva capacidad gustativa. Tiene su interés que, aunque exhibiesen una obsesión con la comida, las compras y los rituales de la mesa, ninguno de esos pacientes llegara a tener sobrepeso.

Otro aspecto interesante del gusto es el que se refiere a la repugnancia. La misma área del cerebro que responde a los sabores desagradables la ínsula anterior- se activa cuando una persona ve a otra hacer un gesto de repugnancia. Este es un buen ejemplo de cómo combina el cerebro los sentidos para mejorar nuestras oportunidades de seguir

existiendo. En este caso, gracias al acoplamiento del gusto y de la visión percibimos la repugnancia de otro que come, digamos, un alimento podrido, así que no intentaremos comerlo nosotros. Incluso aunque solo acercáramos esa comida a la boca, verla ya prepararía a nuestro sistema del gusto para percibir la repugnancia.

Además, cuando pasa algo así, la conclusión se envía a una parte más alta del cerebro, la corteza orbitofrontal, donde hacemos las asociaciones. Deja allí un marcador que nos guiará en el futuro, así que cuando veamos a la semana siguiente una comida que tenga el aspecto de la repugnante que vimos la semana anterior optaremos por otra. Hemos generalizado esta área de la repugnancia para hacerla más social y humana. Cuando quienes padecen un trastorno obsesivo compulsivo tienen una fobia de repugnancia a los trapos sucios o los gérmenes en sus manos, se enciende la ínsula anterior así como otras partes del circuito: el giro cingulado anterior y la corteza orbitofrontal. Además, esta área está muy activada en momentos de extrema ansiedad; es una parte grande del circuito de la preocupación. Vemos así que nuestras reacciones emocionales evolucionaron a partir de nuestro aparato sensorial.

La corteza insular ilustra la «invitación» de la evolución a que usemos la corteza ya existente para otras funciones. La corteza insular es la corteza sensorial del gusto, pero está ahí también para la repugnancia y el dolor. Tiene sentido, si se piensa que el cerebro se desarrolló de manera que nos ayudase a evitar comer cosas que nos repugnasen y nos provocasen dolor. Similarmente, los estímulos dolorosos activan la ínsula anterior, una región muy ligada a los sistemas sensorial y límbico. Estas conexiones pueden ofrecer una ruta por la que las señales dolorosas que se reciban se integran en la memoria para apreciar por completo el significado y los peligros de los estímulos dolorosos. A medida que fuimos evolucionando el cerebro siguió a su aire, usando lo que hubiese disponible para agrupar estímulos y llegar a la actual área del dolor y la repugnancia.

TACTO

Los seres humanos poseen un ansia instintiva por tocar y ser tocados. Es parte del impulso humano que lleva a explorar e interaccionar con el mundo. El tacto es único porque es el único sentido gracias al cual experimentamos el mundo por medio del contacto físico directo. El tacto es también nuestra forma de comunicación más poderosa e íntima. Un contacto puede conmovernos, y herirnos, de una manera que no podría hacer ninguna palabra hablada, y enviar mensajes tanto de alivio como de odio a través de las barreras lingüísticas y culturales.

El tacto es mucho más que un aparato sensorial. Nuestro sentido del tacto afecta al desarrollo y a la expansión de nuestros cerebros hasta bien entrados en la edad adulta. Es un componente clave en el crecimiento, el aprendizaje, la comunicación y el vivir. Es el primero de los cinco sentidos en desarrollarse, y en los recién nacidos está mucho más agudizado que el oído o la vista. El tacto de un niño pequeño es un factor importante en el desarrollo de ciertas áreas del cerebro. Edward Perl, profesor de neurofisiología de la Universidad de Carolina del Norte, dice que «cuando se observa cómo toca un niño pequeño se está observando el desarrollo de la inteligencia en su corteza cerebral».

Las investigaciones pediátricas del Instituto de Investigaciones del Tacto de la Universidad de Miami, en Florida, han revelado que los niños pequeños desarrollan ya el sentido del tacto en el útero, lo cual podría explicar por qué al nacer tendemos a reaccionar tan deprisa cuando nos cogen en brazos. Una parte considerable de las primeras semanas de vida de un recién nacido tienen que ver con el tacto. El reflejo de

enraizamiento, la más primitiva de las primeras señales del tacto, se produce cuando el niño vuelve la cabeza hacia la mano de la madre cuando ella le toca la cara.

Ayuda al recién nacido a encontrar el pezón de la madre cuando esta le va a dar de mamar. Los niños pequeños reaccionan instintivamente a otras formas de estimulación táctil. Por ejemplo, si les toca la mano le agarrarán el dedo con fuerza. Hágales cosquillas en el pie; doblarán los dedos.

Los estudios realizados con niños prematuros muestran que el tacto puede acelerar su crecimiento y su desarrollo. Es frecuente que se los ponga en incubadoras para que puedan sobrevivir. Mientras sea necesario, el niño queda privado del contacto humano. Los escáneres TEP de los niños privados de que se les toque muestran que hay secciones fundamentales de su cerebro que apenas si están activas, con lo que partes enteras del desarrollo quedan detenidas. Los científicos del Instituto analizan cómo se podría contrarrestar ese aislamiento peligroso. Un célebre estudio hecho por Tiffany Field, del Instituto, mostró que los niños prematuros a los que se les dieron masajes de quince minutos tres veces al día durante diez días ganaron un 47% más de peso que «sietemesinos» parecidos a los que se alimentó igual pero a los que no se les aplicó masajes. (Una de las razones de que el masaje viniese bien era que estimulaba el nervio vago, que pone en marcha la secreción de hormonas que intervienen en la absorción de la comida, como la insulina y el glucagón.) También se redujeron mucho en los niños que recibieron masajes los episodios de apnea, o breves interrupciones de la respiración, comunes en los prematuros. Estos contactos también supusieron beneficios económicos; se pudo dar de alta a los niños que recibieron los masajes una semana antes que a los otros, lo que redujo considerablemente los costes de hospitalización.

Ya en el siglo XIII, en el Sacro Imperio Romano, vieron que el tacto era importante. Federico II estaba interesado en saber qué lengua hablarían los niños si se los criase sin oír ni una palabra. Arrebató a unos cuantos recién nacidos a sus padres y los entregó a unas nodrizas, que los alimentaban pero tenían prohibido tocarlos o hablarles. Los niños no aprendieron ninguna lengua, y murieron antes de que pudiesen hablar. Federico había descubierto, sin proponérselo, el papel que desempeña el tacto en el desarrollo inicial de un niño.

Esta hipótesis se confirmó en la década de los noventa: cuando visitó los hacinados orfanatos de Rumanía, la investigadora de la Escuela de Medicina de Harvard Mary Carlson descubrió, de manera trágica, que había cientos de niños en cunas envueltos en pañales a los que nunca se tocaba, ni siquiera para darles de comer (sujetaban, sencillamente, los biberones en las cunas). Algunos de los niños habían vivido de esa manera casi dos años. Los estudios de Carlson en uno de esos orfanatos revelaron que los niños estaban encanijados, se portaban como si tuviesen la mitad de su edad y tenían, en comparación con los niños que se habían criado en los hogares cercanos, niveles anómalos de cortisol, la hormona contra el estrés. Estos resultados subrayan crudamente la importancia fundamental del contacto en el desarrollo.

La receptividad a ser tocado varía de unas culturas a otras. Los estadounidenses no se sienten tan a gusto tocándose entre sí como las personas de otras culturas, se trate de contactos ocasionales o de caricias afectuosas de los padres a sus hijos. Esto último podría tener su importancia, pues los estudios comparativos de culturas distintas han demostrado que las sociedades donde los padres muestran un mayor afecto físico a sus hijos recién nacidos o un poco mayores tienden a tener unos niveles de violencia adulta considerablemente menores. Pasando a cosas más ligeras, un estudio del comportamiento de los adultos en lugares sociales (en un café, por ejemplo), estableció que en Francia tenían lugar en media hora doscientos contactos ocasionales, como

cuando alguien da una palmada en la espalda o en la mano de un amigo, mientras que en Estados Unidos solo dos.

LAS DIFICULTADES DEL AUTISMO

Puede que la mejor forma de entender los enormes beneficios del contacto físico sea fijarse en las dificultades que han de encarar los autistas. La suma dificultad en comunicarse emocionalmente y en interaccionar socialmente es la principal característica del autismo, una inestabilidad del desarrollo que afecta a varias zonas del cerebro, entre ellas el cerebelo, el hipocampo y el sistema límbico, a muy tempranas edades.

Los niños autistas suelen eludir muchos tipos de contacto físico. Una de las razones de esta conducta es que la información sensorial que les viene desde el mundo exterior llega demasiado deprisa a sus cerebros para que les dé tiempo a procesarla, y los estímulos que los rodean los abruma, sencillamente. Una reacción típica es encerrarse en sí mismos o intentar escapar de los estímulos. A esto se une una incapacidad de prestar atención porque la información sensorial que reciben les llega fragmentada, despiezada. Por ejemplo: un niño pequeño sano puede desplazar su atención de los ojos a la nariz y de la nariz a la boca de la madre en una fracción de segundo; si es autista, en cambio, tardará de cinco a seis segundos solo en procesar la nariz. A causa de ese retraso no captará el rostro como un todo, sino fragmentariamente. Es fácil perderse así una señal social, una sonrisa, un ceño fruncido. El resultado es que el niño recibe únicamente una información parcial acerca del mundo, y la que recibe a menudo le confunde.

Algunos autistas presentan capacidades sensoriales normales, pero les es difícil cribar la información importante del ruido. No pueden establecer prioridades en la multitud de señales sensoriales que inundan el cerebro. Para lidiar con una situación así los niños autistas exhiben conductas cuyo fin es, en última instancia, apagar la sobrecarga sensorial masiva, confusa. Lo hacen chillando, tapándose los oídos o corriendo a un sitio tranquilo, cualquier cosa que suprima el ruido. La aversión al contacto se suma a su aislamiento social del mundo exterior.

Este tipo de conducta fue un factor significativo en el diagnóstico de una paciente que me trajeron hace años. Había estado entrando y saliendo de hospitales psiquiátricos durante veinte años, tiempo en que le diagnosticaron de todo, desde la enfermedad maníacodepresiva y la esquizofrenia hasta una personalidad antisocial.

Delores, que ahora tiene cuarenta años, era la tercera de cinco hermanos, y sus problemas empezaron pronto. De pequeña era tranquila, reservada, y se sentía contenta sola en medio del bullicio de sus hermanos. Pero cada vez que le cambiaban la camisa lloraba. A veces se quitaba una camisa que odiaba y corría medio desnuda por la casa. A los cuatro o cinco años empezó a tener peleas de padre y muy señor mío con su madre, amable en cualquier otra situación, porque se empeñaba en que solo quería ponerse cierta camisa. La madre se negaba a eso. Delores chillaba y se quejaba de que las demás camisas la picaban o raspaban. Su madre se ponía furiosa. Delores también.

Delores fue desarrollando una actitud de enfrentamiento con su madre en lo que se refería a la ropa que tenía que ponerse. Esta le decía que estaba siendo obstinada y exigente, que esa conducta no era tolerable. Esto hizo que Delores fuera estando cada vez más en contra de su madre y luego de sus hermanos, comportándose de manera cada vez más agresiva con ellos porque todos acabaron por verla como una niña problemática. Otros de sus comportamientos respaldaron la opinión de la familia. Por ejemplo, a Delores no le gustaba ir a centros comerciales o a grandes almacenes.

Peleaba por no ir, se soltaba en cuanto se distraía la madre y corría al aparcamiento, hiciera el tiempo que hiciese o la esperara el castigo que la esperase.

Por lo que se refiere a su intelecto, parecía que estaba perfectamente bien. La verdad es que era una buena estudiante. A los nueve años escribía unas poesías fascinantes. Sus maestros consideraban que estaba bien dotada, y sacaba las mejores notas. Pero seguía sintiéndose completamente perdida acerca de quién era ella. Por naturaleza era tímida, y la imagen de sí misma estaba mellada y deshecha con tanta admonición familiar. En la adolescencia se consideraba una quejica, porque eso era lo que su madre y sus hermanos, y hasta sus amigas, le decían que era. Decían que estaba mimada porque todo tenía que ser como ella quería. Le costaba además mucho tener confianza, sentirse bien, cuando había más de unas cuantas personas a su alrededor. No aguantaba tampoco que alguien la abrazase. ¿Por qué? No se la podía aguantar, y por lo tanto no podía sentirse en paz. Se sentía como alguien a quien no se podía querer.

Cerca ya de los veinte años, esos sentimientos se intensificaron y Delores sufrió una depresión grave. Empezó a intentar suicidarse en la universidad. Conmocionada con su propia conducta, acudió a un psicólogo. Ella y el terapeuta se centraron enseguida en su amarga relación con la madre. Reconstruyeron los incidentes de su niñez y su constante ira hasta crear una compleja situación freudiana de odio, impotencia, dominación, sumisión y personalidades encontradas.

Durante los veinte años siguientes, las diversas terapias que siguió no la llevaron a ninguna parte. La asesoraron, la medicaron, la ingresaron durante un tiempo en hospitales psiquiátricos para observarla y aplicarle distintos tratamientos, ninguno de los cuales encontró la causa raíz de su problema y todos los cuales reforzarían aún más la imagen que tenía de sí misma de persona desviada.

El primero que me habló de Delores fue un neurobiólogo que quería que reevaluase la medicación que recibía y comprobase si no sufriría parcialmente del síndrome del déficit de atención. Delores me contó su historia, pero no dijo nada acerca de las peleas que tenía muy de niña con su madre por la ropa. Para ella no eran más que episodios vagamente recordados en una vida llena de incidentes similares.

En cambio, cuando entrevisté a sus familiares, una de sus hermanas me contó las peleas. La historia me dio una pista. Le pregunté a Delores acerca de su sentido del tacto. No parecía que pensase que tenía algún problema con él. Pero comentó que había muchos tipos de prendas que la irritaban. Le raspaban la piel. Solo se ponía unas cuantas prendas distintas, se las ponía una y otra vez, y las lavaba con cantidades exageradas de suavizante para poder tolerarlas sobre su piel.

Tras algunas pruebas más, era evidente que Delores era hypersensible al contacto físico. Lo que a una persona corriente le parecería el ligero roce de una prenda basta para Delores era como el rápido rasguño de las garras de un gato. No percibía la sensación como una mera incomodidad: era dolor lo que sentía. Por eso se peleaba con tanta violencia de niña con su madre cuando no quería ponerse ciertas camisas. Por eso se las arrancaba cuando podía -si eso no le causaba más dolor aún- y corría por la casa para que su madre no la cogiese y la obligara a ponérselas de nuevo.

Resultó que también tenía un sentido del oído hypersensible. Los ruidos fuertes la llenaban de pánico. Odiaba ir al centro comercial porque el ruido de fondo - conversaciones, pisadas, cajas registradoras, bolsas de papel-la abrumaba. Tenía que correr al aparcamiento para escapar de la sobrecarga sensorial. Odiaba las fiestas universitarias por la misma razón, y nunca iba a ellas porque así no tenía que enfrentarse al problema.

Tras más investigaciones, varios de sus otros médicos y yo concluimos que era también moderadamente autista. La vergüenza del caso de Delores es que, en parte, un

problema perceptivo no diagnosticado la condujo a una vida de padecimiento psicológico. Puede que, visto retrospectivamente, no fuese obstinada, no fuese una niña difícil, no estuviese mimada. No era todo siempre como ella quería. Lo que ella necesitaba era una ropa que no estimulase excesivamente su sentido del tacto, situaciones sociales que no la abrumasen y comprensión. Su problema perceptivo fue un factor enorme en sus primeros años de vida, y si lo hubiesen comprendido así ella podría haber seguido un camino muy diferente en la vida. Tímida y dotada, podría haberse convertido en una mujer inteligente que fuera un poco un bicho raro. En cambio, se vio impelida a intentar autodestruirse y a pasar buena parte de su vida adulta en instituciones.

Delores se siente sumamente aliviada por saber que tiene ese problema con el contacto físico. No obstante, cuatro décadas de experiencias horribles no desaparecen sin más. A los cuarenta años, le será difícil dejar de creer que no es una persona problemática, cambiar sus actitudes acerca de la desconsiderada naturaleza de los demás y acerca de sí misma.

Si se hubiese diagnosticado el problema cuando tenía tres años, si su madre hubiese sabido que su niñita era demasiado sensible a los contactos físicos, habría habido formas de evitar las peleas. Para empezar, no se habrían generado las malas predisposiciones por ambas partes. En los años cincuenta, los médicos, sencillamente, no sabían nada de la sensibilidad exagerada al contacto físico. Hoy, un pediatra podría decir: ¡Ah, se ha quitado la camisa! Bueno, quizá sea demasiado sensible al contacto físico. Vamos a estudiarlo». Con las pruebas neurológicas de este problema en la mano; la madre de Delores habría creído a su hija cuando se quejaba de que cierta camisa le raspaba.

El caso de Delores, como el de Rickie, enseña que la percepción es mucho más que una mera captación de estímulos procedentes del mundo exterior. Es un factor de suma importancia en el desarrollo de la personalidad. Incluso el menor problema continuo de la percepción puede dar lugar a una serie de acontecimientos que acaben creando una vida psicológicamente traumática.

Aparte de la percepción, otro factor puede ser la integración sensorial, un proceso crucial para entender el mundo como una sola unidad. Gracias a ella, una persona puede procesar a la vez las informaciones procedentes de más de un sentido. Puede que a los autistas les sea difícil hacer esto a causa de diferencias en el tálamo y en sus conexiones corticales. La brillante autista Temple Grandin nos refiere en su libro *Pensar en imágenes* las palabras de otra autista que no puede procesar más de un sentido a la vez: «Donna Williams decía de sí misma que tenía un solo canal; no puede ver y oír a la vez. Cuando escucha a alguien que está hablando, la información visual que le llega pierde su significado. Es incapaz de percibir un gato que salta a su regazo si está escuchando a un amigo. Con frecuencia, le es más fácil mantener una conversación por teléfono que cara a cara porque las señales visuales que la distraen desaparecen». Muchos autistas, Temple por ejemplo, sufren una forma más leve de este problema, una que seguramente nos es un poco familiar a todos. Cuenta lo siguiente: «Todavía tengo el problema de perder el hilo de mis pensamientos cuando hay ruidos que me distraen. Si suena un busca mientras estoy dando una clase, capta toda mi atención y me olvido por completo de que estoy hablando. Tardo varios segundos en volver a poner mi atención en lo que estoy haciendo». A los demás estas cosas nos pasan menos bruscamente.

Temple dice que, como los autistas no pueden procesar la información deprisa, los padres y los maestros pueden echarles una mano alterando su entorno. Por ejemplo, algunos autistas oirán mejor si se eliminan los estímulos visuales que causan una sobrecarga sensorial. Temple sugiere* que se los tenga en una habitación tranquila y poco iluminada, sin luces fluorescentes ni adornos brillantes en las paredes. Debe

hablárselos despacio para que su sistema nervioso, que procesa lentamente la información, se acomode. Deben evitarse también los movimientos bruscos. Otros niños autistas irán mejor si se eliminan las distorsiones auditivas. Toca, pues, a quien vele por ellos enterarse de a qué dominios de la percepción son «demasiado sensibles» y realizar en el entorno los ajustes apropiados.

La aversión de los autistas al contacto físico parte de unas deficiencias en el lóbulo parietal, la medulla y el tálamo; esas tres partes participan en la ruta del tacto. Actualmente algunos investigadores comparten la hipótesis de que el proceso normal de purga celular durante el desarrollo prenatal no funciona como debería en el cerebro autista y deja que respondan a la percepción demasiadas neuronas, con lo que el cerebro se inunda de sensaciones. (Un indicio que respalda este pensamiento es el tamaño y peso de los cerebros de los autistas, que son mayores de lo normal.) Otro factor podría ser cierta incapacidad de controlar debidamente los estímulos que llegan por el tronco cerebral. El resultado es una piel demasiado sensible, que hace que llevar prendas de vestir, salvo las más suaves, sea una dificultad incesante. Gracias a la maravillosa introspección de personas como Temple, podemos mirar dentro de la mente de los autistas y experimentar el mundo como lo ven ellos. Los camiones, escribe, eran como un papel de lija que le raspaba en las terminaciones desnudas de los nervios. Lavarse el pelo era como si «los dedos que frotaban mi cabeza tuviesen agujas de coser». Acostumbrarse a ropa nueva era sumamente difícil; dos semanas tardaba Temple en adaptarse a unos pantalones largos después de haberlos llevado cortos. Le era especialmente duro acostumbrarse a la ropa interior, las prendas más pegadas a la piel. «Era un horror cómo me raspaba la ropa interior nueva», dice Temple, por culpa de los fallos en el desarrollo de la purga neuronal.

La mayor parte de los problemas sensoriales del autismo tienen que ver con hipersensibilidades de la visión, la audición y el tacto, pero el gusto y el olfato a veces también se ven afectados. Según un estudio, del 80 % al 90 % de los adultos y niños autistas decían ser hipersensibles al tacto, el sonido o la visión, o a los tres, y el 30 % al gusto o al olfato. La razón puede estribar en que el gusto y el olfato son los sentidos más primitivos del cerebro y participan en ellos menos regiones cerebrales, por lo tanto hay menos fuentes de confusión y ruido, y a los autistas les es más fácil adaptarse a olores y sabores molestos.

Temple señala que los niños autistas experimentan dificultades al comer que derivan de dificultades del procesamiento sensorial. De ordinario, los niños son pejugeros y a menudo no toleran la textura, el olor, el gusto o el sonido de la comida en sus bocas. La propia Temple odiaba comer cualquier cosa que fuese «babosa», como la gelatina Jell-O y la clara de los huevos. Otros solo ingieren comidas muy blandas, como las gachas. La sensibilidad de algunos niños autistas también se extiende a los olores de ciertos alimentos, que evitan a toda costa. Un chico no podía jugar en la calle con otros niños porque el olor de la hierba abrumaba su sistema olfativo. Paradójicamente, en muchos autistas hay una fuerte asociación entre olfato y memoria. Los hay que recuerdan a las personas por su olor. Otro estudio mostraba que un individuo asociaba el sentirse a salvo con el olor de cacerolas y sartenes porque asociaba este a su vez a su casa.

La resonancia estocástica, el ruido de fondo que tenemos todos en nuestros sistemas de percepción -una confusión, una estática o un zumbido aleatorios demasiado bajos para que se noten, oigan o vean directamente- está desempeñando un papel interesante en la asistencia a algunos autistas. Por lo común, ese bajo nivel de ruido puede servir para intensificar unas señales táctiles, auditivas y visuales débiles, indetectables de otro modo. Dicho ruido, como he mencionado antes, ceba las neuronas del cerebro y aumenta su disposición a percibir los estímulos que puedan llegarles.

Cuando se percibe uno, la resonancia estocástica puede hasta hacer más detectable la señal débil.

Se ha observado que la resonancia estocástica viene bien para combatir la sobrecarga sensorial de algunos autistas. Por ejemplo, si a un niño le es difícil oír o prestar atención a quienes están hablando, un susurro puede aumentar su capacidad de centrarse en las palabras que se le dicen. Es análogo al aspecto psicológico de la atención. Es más probable que oiga lo que alguien va a decir si ya le está prestando atención. Si usted no se da cuenta de que van a hablar, puede que se pierda el principio de lo que dicen y, por lo tanto, parte del significado. La resonancia estocástica se usa también para contrarrestar la privación sensorial que a menudo acompaña a la vejez, a los accidentes cerebrales o las enfermedades neurológicas.

Es fácil entender cómo las muchas dificultades de procesamiento del autismo pueden conducir al aislamiento social. Si uno tiene una aversión a que lo toque otro ser humano, si la ropa parece de estropajo de níquel y si la información sensorial llega demasiado deprisa, con demasiado ímpetu como para que uno pueda procesarla, una reacción perfectamente natural será evitar los estímulos abrumadores de cualquier manera posible. Por desgracia, ese aislamiento social, que empieza en la niñez temprana, cuando el cerebro se está desarrollando, funda conductas que pueden durar toda la vida.

PLASTICIDAD, MIEMBROS FANTASMAS Y DOLOR

A su gran escala, el tacto nos da toda la información táctil, palpable acerca de nuestro cuerpo. Procesa la información de tres niveles sensoriales: la estimulación de la piel (el mayor órgano sensorial del cuerpo, con cerca de metro y medio cuadrado de superficie receptiva), la posición de varias partes del cuerpo en relación las unas con las otras, así como la posición del cuerpo en el espacio y si una extremidad está quieta o en movimiento; y la condición de algunos procesos internos, como el ritmo cardíaco y la presión sanguínea.

Usamos con la mayor de las frecuencias las puntas de los dedos y la` manos para identificar los objetos por medio del tacto. Hay alrededor de cien receptores táctiles por centímetro cuadrado en la punta de un dedo humano, de tres a cuatro veces más que en la palma de la mano. La densidad de receptores en otras partes del cuerpo, en la espalda por ejemplo, es aún mucho menor. Las señales ascienden por la médula espinal. hasta la medulla oblongata y de ahí al tálamo, que las procesa y manda directamente hacia arriba, a la corteza. La corteza somatosensorial contiene: múltiples mapas de varias funciones táctiles de todo el cuerpo. Uno de esos mapas es una representación de cada centímetro cuadrado de la piel que cubre el cuerpo. Otros mapas incluyen las posiciones de las extremidades y de los movimientos de las articulaciones. Algunas zonas de la piel, en particular las que necesitan una sutil discriminación táctil, están representadas de manera desproporcionada en la corteza. Por ejemplo, el área dedicada al pulgar es tan grande como la dedicada a todo el antebrazo. Al labio se le dedica más corteza que a la pierna. A la cara, los ojos, la nariz, la mandíbula, las encías, la lengua y las manos les corresponde áreas grandes, mientras que el torso no está representado con tanta precisión.

Aunque los mapas se mantienen bastante estables para que el cerebro y el cuerpo trabajen juntos eficazmente, pueden cambiar con el objeto de que el cerebro tenga la plasticidad que necesita el aprendizaje. Los experimentos de Merzenich descritos en el capítulo 1 los que examinaban el procesamiento táctil de los dedos de los monos- demostraron con esmero que hay plasticidad en el cerebro adulto. Nuevos experimentos de Timothy Pons, del Instituto Nacional de Salud Mental, mostraron que la reorganización neuronal puede producirse a una escala aún mayor. Pons mostró, con monos sometidos a

diversas operaciones quirúrgicas cerebrales, que los nervios sensoriales que antes respondían a un brazo luego lo hacían a los contactos en el rostro. La reorganización neuronal se extendió más de un centímetro, y abarcó transversalmente más de un tercio del mapa somatosensorial entero. Los cambios en los experimentos de Merzenich afectaron a neuronas separadas menos de dos milímetros.

Vilayanur Ramachandran, neurocientífico de la Universidad de California, en San Diego, propuso que la reorganización cortical se produce porque viajan a través de las rutas nerviosas dos conjuntos de señales, uno fuerte y dominante, el otro débil. Por lo común, el dominante inhibe el débil, pero si se cortan los nervios que llevan de ordinario la señal dominante, la señal más débil prosperará. A este fenómeno se denomina a menudo el «relleno».

Dando un paso adelante más, Merzenich cree que este tipo de plasticidad se produce diariamente, que las conexiones neuronales están fortaleciéndose o debilitándose sin parar -muy poquito cada vez- a medida que las señales sensoriales cambian con los estímulos externos. Gracias a ello ciertas conexiones neuronales dominan en ciertos momentos, pero cuando las condiciones cambian otras mejor preparadas para la nueva tarea pasan a primer plano. Por esta razón, dice, aprende la corteza somatosensorial, y por ello nuestros cerebros se adaptan de maneras que mejoran el rendimiento.

Puede que los ajustes en el fenómeno del relleno expliquen algunas de las sensaciones del síndrome de la extremidad fantasma, la tan presente y misteriosa dolencia que afecta a los amputados y desde hace casi un siglo desconcierta a los médicos. Entre las sensaciones típicas que relatan los pacientes hay presiones, calores, fríos, humedades, picores, sudores y hasta cosquilleos, pero un considerable 70% de los amputados sufren de dolores en los miembros fantasmas. Este padecimiento -a veces un verdadero suplicio- incluye dolores de quemadura, estrujamiento, esguince o tiro de bala, y va de leve y ocasional a continuo y severo. El dolor empieza a menudo poco después de la amputación y puede durar años. Para el que lo padece, el dolor es un compañero constante y un recuerdo que no cesa del miembro que falta.

Durante muchos años se llevó a los pacientes con extremidades fantasmas al psicólogo, que les decía que practicaban una forma de «satisfacción de deseos». Ahora sabemos que las causas que se esconden bajo el síndrome del miembro fantasma nacen en el tálamo y en la corteza somatosensorial. Durante el reinado de la teoría de la fijeza de las conexiones cerebrales, la ciencia médica no sabía a menudo cómo explicar las causas del síndrome; al fin y al cabo, si faltaba una extremidad, los circuitos cerebrales correspondientes no recibían señales y, por lo tanto, quedaban clausurados.

Sin embargo, ahora hay pruebas de que cuando se amputa un miembro el área del cerebro que se dedicaba a recibir señales sensoriales de ese miembro continúa activándose. Ramachandran descubrió que cuando se aplicaba presión a otras partes (normales) del cuerpo, el paciente podía sentirla en localizaciones precisas del miembro fantasma. Ramachandran concluyó que la corteza asignaba las áreas del cerebro que antes estaban dedicadas al apéndice perdido a una zona nueva de piel. Sostenía que esas rutas reasignadas no son totalmente nuevas, sino que la corteza utiliza rutas neuronales más débiles a las que se permite que pasen a un primer plano porque ya no están inhibidas. Puede que la causa de fondo del dolor de los miembros fantasmas sean esas rutas más débiles, que emiten señales que luego el cerebro interpreta equivocadamente como originadas en el apéndice perdido. Las rutas más débiles se adaptan a responder a la zona del cuerpo a las que las señales dominantes respondieron en otro tiempo.

El síndrome de los miembros fantasmas es uno de los puntos donde centra su atención la investigación neurológica. Los neurólogos siguen investigando la naturaleza de las señales erróneas con la esperanza de aliviar algún día a quienes padecen dicho síndrome.

Los problemas del miembro fantasma pertenecen a una categoría mayor de sensaciones táctiles: el dolor. La percepción del dolor varía mucho de un individuo a otro porque influyen algunos factores psicológicos, entre ellos la cultura (no todo el mundo puede andar sobre carbones ardientes), las anteriores experiencias en la vida y el estado mental del momento. El dolor sirve como señal de peligro que nos avisa de que una parte del cuerpo está siendo dañada. Ayuda también a la curación al recordarnos que debemos tomar precauciones al tratar esa parte. No es grato sentir dolor, pero no poder sentirlo es en sí mismo un peligro. Los estudios clínicos han revelado que quienes tienen una insensibilidad congénita al dolor sufren a menudo quemaduras y cortes graves porque sus cuerpos no les avisan del peligro. En casos extremos, hay personas que han muerto de infecciones agudas o de un apéndice perforado porque no sintieron las señales de peligro del dolor.

El receptor primario del dolor es el llamado nociceptor, que responde a estímulos como la presión intensa, la temperatura extrema, las quemaduras, entre otros. Las señales electroquímicas del dolor se propagan desde los nociceptores a la médula espinal y ascienden por el tronco cerebral al tálamo. Poco después, las señales neuronales ingresan en la corteza por el lóbulo parietal.

Otros procesos interesantes actúan en los mecanismos del dolor. Por ejemplo, cuando uno se da con la rodilla en una mesa lo más probable es que se la acaricie para sentirse mejor. ¿Por qué frotar un punto que acaba de recibir un golpe reduce el dolor en vez de agravarlo? Porque el frotar manda un segundo conjunto de señales táctiles al cerebro. Como este es finito y va a tener que prestar atención a las dos señales a la vez, el segundo estímulo hace que se reduzca la fuerza percibida del primero, más intenso. Esto se conoce como «inhibición competitiva». Cuando su madre le acariciaba la rodilla después de que usted se hubiese caído de la bicicleta aplicaba a la reducción del dolor un principio científico. La percepción del dolor disminuye también cuando estímulos táctiles normales, como los que se producen al frotar, dar un masaje o recibir una vibración suave, activan las fibras del nociceptor que manda las señales inhibitorias al cerebro. Frotarse la rodilla produce también un efecto que segrega opiáceos del estilo de la morfina que se ligan a los receptores de los opiáceos en la amígdala y en el hipotálamo, y los excitan; el resultado son unas señales que van a la médula y se retroalimentan hacia la médula espinal, contrarrestando las señales que vienen de los nociceptores y disminuyendo la transmisión de información dolorosa al cerebro.

De todas formas, las señales dolorosas prosiguen hacia la amígdala, que alberga el sistema que advierte al cuerpo de situaciones potencialmente dañinas o que amenazan la vida. Si el dolor va a ser una amenaza, la amígdala, la responsable de las reacciones de miedo, sorpresa y autónomas, responderá con la señal de luchar o de huir. Gracias a ello podemos reaccionar rápidamente a una situación perjudicial o peligrosa que produzca dolor. Una vez se ha procesado la información dolorosa pertinente en la amígdala, esta se remite a la corteza frontal para un procesamiento de orden superior y para que el cuerpo reaccione.

Se envían señales dolorosas al cerebro cuando se activan los nociceptores. Los científicos han descubierto hace poco que esa activación se produce cuando una célula está dañada y segrega una sustancia química llamada adenosíntrifosfato (ATP). Sus moléculas se ligan a los nociceptores, y empieza la señal de alarma. Lo apasionante de este descubrimiento es que puede conducir a métodos de tratar el dolor, sobre todo el

dolor crónico que incapacita. Las investigaciones sobre la secreción de neurotransmisores está proporcionando además ideas acerca de cómo podrían bloquearse las señales del dolor persistente.

SONIDO

¿Oye el movimiento de las mandíbulas mientras habla? ¿Oye los latidos del corazón mientras lee esto? Claro que no. Como los demás sentidos, el del oído agrupa los estímulos en rasgos -crea unidades mayores, más manejables-, que determinarán cómo oiremos. Cuando hablamos del tacto, vimos que no podríamos experimentar la vida sin el sentido de orden que suscita la organización de lo percibido en rasgos; sin ellos, el ruido del entorno externo nos abrumaría. De manera semejante, nuestros oídos captan los rasgos los sonidos primarios que oímos, así como lo que esperamos de la experiencia- y suprimen el ruido ambiente.

Buena parte de este procesamiento por el sistema auditivo -en mayor medida que para los otros sentidos- se produce mucho antes de que seamos conscientes de ello. En las estaciones de paso que hay a lo largo del camino desde el oído hasta el punto en que somos conscientes de las señales sonoras, estas se ajustan y refinan. Por eso no nos percatamos conscientemente de que movemos las mandíbulas y de que el corazón late. Si oyésemos esos sonidos y otros ruidos de fondo sería una molestia, una perturbación, una distracción.

Las personas que padecen de tinnitus, dolencia que causa unos sonidos persistentes en los oídos pitidos, murmullos, zumbidos-, sufren ese problema. Se calcula que hay cuarenta millones de estadounidenses distraídos por ruidos cuyo efecto va desde irritar moderadamente a incapacitar, y que causan noches de insomnio, días agotadores y una frustración que puede bordear la locura. No pueden suprimir los sonidos de su entorno que no son cruciales. El ruido de fondo se convierte en el rasgo en que se concentran, y puede ser tan alto como un tren a toda velocidad.

No hay cura todavía, pero algunas personas que sufren de tinnitus encuentran alivio en escuchar cintas con sonidos relajantes (de las olas del mar por ejemplo), que les permiten concentrarse en otra cosa que en los sonidos de sus oídos. El silencio es lo peor que les puede pasar, dice Stephen Nagler, de la Clínica General de Tinnitus del Sudeste, en Atlanta; la inauguró en 1994 cuando tuvo que dejar de practicar la cirugía general en el hospital Northside a causa de su propio tinnitus, que le distraía en el quirófano.

Hace poco, los médicos han empezado a implantar un pequeño dispositivo en el oído que estimula eléctricamente el caracol. Esa estimulación previno el tinnitus en un 23% de los pacientes estudiados y lo redujo en otro 46%. Puede que un aparato así salve, entiéndase al pie de la letra, la vida de William Shatner, el famoso capitán Kirk de Star Trek. El sonido constante de su oído izquierdo, un «zumbido sibilante», empeoró hasta el punto de que casi le vuelve loco. En septiembre de 1997 reconocía en el programa Today de la NBC que «empezaba a pensar en serio en los medios que podría usar para [...] poner fin a su vida». Por suerte, Shatner luchó contra su desesperación buscando hasta debajo de las piedras una manera de atajar el ruido. Acabó en el Centro Médico de la Universidad de Maryland, donde le instalaron un aparato, semejante a un audífono, que introducía un sonido blanco en su oído izquierdo. La idea era intentar así que el sonido sibilante fuese hasta tal punto parte de su subconsciente que dejara de percatarse de su existencia, tal y como el zumbido de las neveras y de los ordenadores se disuelve en el ruido de fondo.

No está claro qué causa el tinnitus. La exposición crónica a ruidos intensos podría ser uno de los culpables; muchos músicos de rock lo padecen. Los traumas sonoros

bruscos podrían causarlo también; alguien que esté demasiado cerca de una explosión quizá no perciba inmediatamente que su audición ha quedado dañada, pero es posible que se levante días después con un pitido constante en la cabeza. Shatner cree que su tinnitus se originó así, lo mismo que un problema similar padecido por Leonard Nimoy, que interpretaba a Mr. Spock. En una escena de Star Trek estaban cerca de un dispositivo explosivo que estalló inesperadamente.

Al contrario que el aparato que se le puso a Shatner, los primeros audífonos simplemente amplificaban las ondas sonoras que llegaban al oído de quienes los usaban. Así, las señales que parecían débiles se intensificaban, pero el ruido crecía también. Los aparatos actuales se han mejorado mucho, pero los que los llevan se quejan a veces de que no pueden distinguir el ruido en primer plano del de fondo; se ilustra así el equilibrio que han aprendido a lo largo de toda su vida a esperar y les resulta difícil distinguir una conversación de otra. Alterar la proporción entre señal y ruido ayuda a quienes tienen deficiencias auditivas a afrontar las conversaciones múltiples. Quienes tienen una audición normal las criban por medio de la «escucha selectiva»: el cerebro se centra en una sola conversación e ignora las otras seleccionando qué señales de las que recibe escuchará y cuáles clasificará como ruido. Los nuevos audífonos, con compresión para cualquier volumen sonoro y conformación de la respuesta de frecuencias, pueden mejorar el equilibrio entre señal y ruido y potenciar la capacidad del usuario de escuchar selectivamente.

Por lo general, en todas las percepciones, cada experiencia nueva se suma a los rasgos previos y se desarrollan categorías de rasgos con las que comparamos y contrastamos las experiencias nuevas. Este proceso me lo está aclarando continuamente mi esposa, que es disléxica. Los disléxicos experimentan un menor número de esos rasgos que la mayoría. Aunque la mayor parte de los disléxicos obtienen por lo común en las pruebas ordinarias del oído y de la vista una puntuación normal, los hay que oyen y ven cosas que los demás no captamos. Además, mi esposa oye de manera equivocada mucho de lo que se dice pese que a casi todos los demás nos resulta inteligible y claro. Las conversaciones en grupos grandes la dejan frustrada. Por otra parte, le encantan las conversaciones entre dos, o charlar por teléfono, o los grupos pequeños donde no se pierde en el ruido. Paradójicamente, la confusión de los disléxicos cuando tienen que enfrentarse a una plétora de imágenes y sonidos podría ser la explicación de su capacidad de ver lo inédito en lo ordinario; como tienden a concentrarse en todos los estímulos, son menos propensos a ignorar una percepción que sea un tanto inesperada, mientras que los cerebros de los demás la echarán rutinariamente en el saco del «ruido» y la pasarán por alto.

Otras pruebas han mostrado que algunos disléxicos tienen una capacidad superior de escuchar sonidos lentos, como las vocales y los tonos bajos, y ven formas y figuras más nítidamente con su visión periférica; esas pueden ser las razones de que muchos disléxicos se hagan poetas, músicos y pintores.

Es muy probable que algunos de los problemas de procesamiento de los disléxicos se originen en una diferencia en un tipo de célula, las neuronas magnocelulares, en una de las primeras estaciones de paso del tálamo que se encuentran las señales que entran en el cerebro. Su cerebro puede tener también unas anomalías estructurales llamadas ectopias, unos haces de células nerviosas situados sobre la superficie de la corteza que quizá contribuyan a la incapacidad cerebral de procesar las señales de los sonidos rápidos.

Los individuos con autismo también suelen tener una relación singular con la audición. Como sus sistemas perceptivos se hiperexcitan, es fácil que se vuelvan hipersensibles, y como procesan los estímulos que les llegan despacio reciben una

información desordenada, imprecisa acerca de su entorno. Muchos autistas no aprenden nunca a hablar porque no pueden distinguir las diferencias entre los sonidos que constituyen el habla. Además, incluso aunque den resultados normales en las pruebas comunes del oído, da la impresión de que muchos niños autistas son un tanto sordos porque se cierran a los sonidos que los perturban; son incapaces de modular las señales sonoras que reciben y por ello les es imposible tolerar sonidos menores que la mayoría ignoraría. Los ruidos pueden también distraerlos por completo de cualquier otra cosa que suceda a su alrededor. Temple Grandin dice que oye «como si tuviese un audífono con el volumen fijado en "superfuerte" [...] como un micrófono abierto que lo captase todo». Un ruido fuerte que se produzca de pronto, explica, hiere sus oídos con la intensidad de un torno de dentista que da con un nervio.

Como hemos comentado, al percibir el cerebro descompone la información sensorial en las unidades elementales más pequeñas, unas partes diminutas que no parecen guardar relación entre sí. El cerebro distribuye esas partículas de información y de alguna forma las vuelve a ensamblar conforme a los recuerdos y experiencias pasadas de la persona, y hasta es posible que conforme a sus deseos. Al oír, la presión de las vibraciones sonoras que inciden en el tambor del oído se transducen, o convierten, en energía que se propaga hasta los tres huesecillos que hay en el oído medio; estos estimulan el caracol, una cavidad con forma de espiral que recuerda a una concha marina, donde crean una especie de retumbos. El caracol contiene del orden de 15.000, cilios, unos pelos finos que se doblan en una dirección u otra según las vibraciones. Determinadas células de esos pelos son sensibles a determinadas frecuencias sonoras a determinados niveles de volumen. (Los sonidos fuertes pueden hacer que se pierdan células de ese vello, de manera permanente, lo que a su vez conlleva perder oído.) El movimiento de los cilios se convierte en señales eléctricas que disparan las neuronas a lo largo de las rutas que conducen al cerebro:

No obstante, como pasa con la información procedente de los otros sentidos, transformamos esta información auditiva en significado a lo largo del camino. El procesamiento de la audición empieza aun antes que con los otros sentidos, en el oído mismo. Nuestros cerebros se ponen inmediatamente a ajustar la presión en el oído interno y a hacer otros cambios en el oído y en la cabeza para maximizar nuestra capacidad de oír lo que queramos o necesitemos oír en nuestro entorno. Prueba de que nuestros cerebros conforman sin cesar lo que oímos es que hay más redes neuronales que se extiendan desde el cerebro a los oídos que a la inversa.

Para percibir el sonido, nuestros cerebros se dedican a hacer travesuras. Recibimos el sonido como una falta de coincidencia entre las ondas de presión (no solo como una vibración, sino capa tras capa). Que le demos un sentido a esa cacofonía es el prodigio de la audición. Parte de nuestra capacidad de dar ese sentido se debe a que desarrollamos modelos de lo que esperamos oír: fonemas, palabras, música. Cuando percibimos el sonido, o casa con los modelos que tenemos preestablecidos o nos sorprende. Los disléxicos con problemas en el procesamiento auditivo no paran de sorprenderse porque nada de lo que oyen parece encajar con los modelos. Deben conjeturar o intuir mucho más que la mayoría qué están oyendo. Al final, acaban por oír lo que esperan oír, y excluyen o reconfiguran lo que les parece que no tiene sentido.

Como nos pasa a casi todos, hay disléxicos que aprenden a tolerar esa incapacidad de casar la información auditiva con los modelos volviéndose más inventivos al descifrar los sonidos que los rodean, quizá sondeando con incesantes preguntas que les ayuden a dar un sentido a lo que se dice y oyen.

Una vez ha procesado el oído el sonido que llega, la información auditiva se manda al tronco cerebral por el nervio auditivo, que solo tiene 25.000 fibras nerviosas, muy pocas

en comparación con los miles de millones de neuronas que intervienen en el tacto o en la visión. Por consiguiente, la información debe evaluarse en el oído antes de mandarla a la corteza. Para que esas fibras sean más eficaces, las células y las conexiones que participan están activas, en estado de alerta, incluso cuando no llega sonido; se preparan para actuar, como los jugadores de fútbol corren por las bandas para estar listos para entrar en el partido.

En el tronco cerebral los sonidos se clasifican según su tono y se encuadran en unidades definidas por el timbre, o cualidad del sonido. También se definen los sonidos eliminando las legiones de ecos que nos rodean -así los sonidos de las voces que rebotan en las paredes, en el techo y en el suelo- antes incluso de que nos percatemos de su existencia. Inteligentemente, el tronco cerebral se queda con el sonido que origina los ecos y no borra los sonidos nuevos o extraños. Pone además en marcha el proceso de comprensión del habla mediante la identificación de determinados conjuntos de sonidos como fonemas, las unidades del habla que forman la lengua materna de una persona aun cuando no incorporan un significado. Por eso puede que un chino que escuche a un inglés no «oiga» ciertos fonemas; su cerebro no ha aprendido a reconocerlos como unidades de la lengua.

La información que se manda a la medulla se analiza también en cuanto a sus características espaciales. La capacidad de detectar la localización espacial de los sonidos constituye un profundo avance evolutivo. Los animales que podían «localizar» el sonido -fijar en el espacio dónde se originaba un sonido- tenían una ventaja crucial. Hoy, esa capacidad no es tan necesaria para la supervivencia -si bien seguimos siendo bastante buenos en lo que a ella se refiere- porque ha evolucionado en nuestras cortezas, más arriba en la ruta auditiva, una capacidad para identificar sonidos, no ya para localizarlos sin más. En las cortezas tenemos además mapas detallados de nuestros entornos que nos guían, a diferencia de animales más primitivos, que han de volver la cabeza para centrarse en los sonidos. Aún permanecen vestigios de nuestra historia, sin embargo: poseemos todavía unos pequeños músculos con los que podemos mover el pabellón auricular, pero no los usamos mucho.

Las neuronas del tronco cerebral que reciben el nombre de «núcleos olivares superiores» se atienen también al principio de que los sonidos deben ser más fuertes en el oído cuanto más cerca se produzcan. Esos dos pares de núcleos mandan mensajes al mesencéfalo, que coordina entonces los reflejos y reacciones del cuerpo con esas señales. En el colículo superior del cerebro medio las señales procedentes de los oídos, los ojos y la piel (el tacto) empiezan a juntarse, dirigiéndonos, casi reflexivamente, hacia los estímulos de que se trate. El colículo superior es crucial para la integración de la información sensorial de los sistemas visual, auditivo y somatosensorial, es decir, es crucial para crear el entorno unificado, coherente que experimentamos.

Desde el colículo superior los impulsos neuronales auditivos ascienden al tálamo y desde allí a la corteza auditiva primaria, que se enlaza con la corteza auditiva secundaria, la estructura que tiene conexiones con otras partes del cerebro necesarias para coordinar la audición con los recuerdos, los demás sentidos y la conciencia de que se los percibe. En los cuerpos geniculados medios del tálamo el procesamiento de la señal se reparte entre dos tipos de células nerviosas, las neuronas parvocelulares y las magnocelulares; estas últimas se encargan de la transferencia de los sonidos que van llegando deprisa a la corteza auditiva. A las personas que carecen de estas células les puede costar discriminar con rapidez y quizá sean disléxicas. Entre las dificultades de su procesamiento auditivo se cuentan problemas con el discernimiento de fonemas «rápidos», como ciertas combinaciones de consonantes.

Los niveles inferiores del sistema perceptivo se hallan en un estado de respuesta constante; se centran en las exigencias de la supervivencia, incapaces de discriminar entre lo nuevo y lo acostumbrado. Pero la corteza contiene columnas de neuronas que procesan diferentes piezas de información sensorial y las combinan de alguna forma en percepciones sin costuras, integrales. Las células de esas columnas son muy sensibles a las diferencias específicas entre las frecuencias de los sonidos, y los cambios de frecuencia hacen que se disparen distintas columnas. Para abarcar la inmensa gama de sonidos que oímos, se disparan a la vez, en mezclas que no son casuales. La corteza compara entonces los patrones de disparo que tiene almacenados, esos rasgos con los que ya está familiarizada.

La corteza auditiva no funciona aislada. Los sentidos interaccionan para crear un mundo que, bueno, «tiene sentido» para nosotros. Los investigadores han hallado que las pistas visuales lingüísticas, la forma que toman los labios, por ejemplo, activan la corteza auditiva, mientras que los movimientos faciales que no son identificables como habla no lo hacen. La activación de la corteza auditiva cuando se leen los labios da a entender que los signos visuales influyen en la percepción del habla por el oído incluso antes de que los sonidos mismos se procesen como fonemas.

Un estudio reciente de la Universidad Brandeis ha averiguado incluso que a veces «vemos» con los oídos, y no solo con los ojos. Para comprobar las conexiones entre la vista y el oído los investigadores calibraron el impacto del sonido en los movimientos percibidos de objetos representados en una pantalla de ordenador. Cuando sonaba un agudo clic en el momento en que dos imágenes redondas que se dirigían una hacia la otra por la pantalla del ordenador se separaban, la gente creía que esos objetos habían chocado. Cuando no había sonido, eran muchos menos los que creían que hubiese habido una colisión. Tendemos a pensar que cuando jugamos al pimpón o al béisbol reaccionamos según dónde nos parezca que se dirige la bola, pero el sonido del golpe de la bola contra la pala o el bate del oponente es una pista importante de cuál es su trayectoria. Quienes han intentado practicar esos juegos con algo que les tapone los oídos lo han hecho peor.

La mayoría nos valemos de pistas que combinan la vista con el sonido para ayudarnos a procesar lo que oímos. Una mujer le dijo al médico que le preguntaba mientras se la ingresaba en un hospital: «Espere un minuto. No puedo entenderle. Me hacen falta las gafas». La miraron con no pocas sospechas en cuanto a la integridad de sus facultades mentales; pero es que necesitaba ver la expresión del rostro del médico, que le servía de indicación de qué estaba diciendo. Hay grandes conversadores en persona que odian hablar por teléfono, en parte porque no pueden ver la cara de la persona con la que están hablando. El fenómeno inverso también es corriente; sirva de ejemplo el conductor que pide que se baje la radio cuando entra en una carretera con mucho tráfico: intenta oír pistas auditivas que le ayuden a ver lo que pasa. Yo hago eso siempre.

Los dos lados del cerebro trabajan juntos en el tremendo proyecto de discriminar entre sonidos complejos. El hemisferio derecho se ocupa mucho más de las relaciones entre sonidos simultáneos, como las armonías, y de las relaciones entre sonidos cercanos. El hemisferio izquierdo contiene los «centros del lenguaje», que se ocupan de la capacidad de usar y comprender el lenguaje. La corteza auditiva se comunica con el centro del lenguaje del hemisferio izquierdo. Pero es interesante que los científicos hayan descubierto que poder oír sonidos no es crucial para el desarrollo del área del lenguaje. Los estudios, con toma de imágenes por resonancia magnética, de sordos que aplican el lenguaje americano de signos han mostrado que la observación de esos signos activa las neuronas de las regiones del hemisferio izquierdo que clásicamente se han asociado al

procesamiento del lenguaje (así como a la estimulación del lado derecho del cerebro, que se encarga de las destrezas espaciales y visuales).

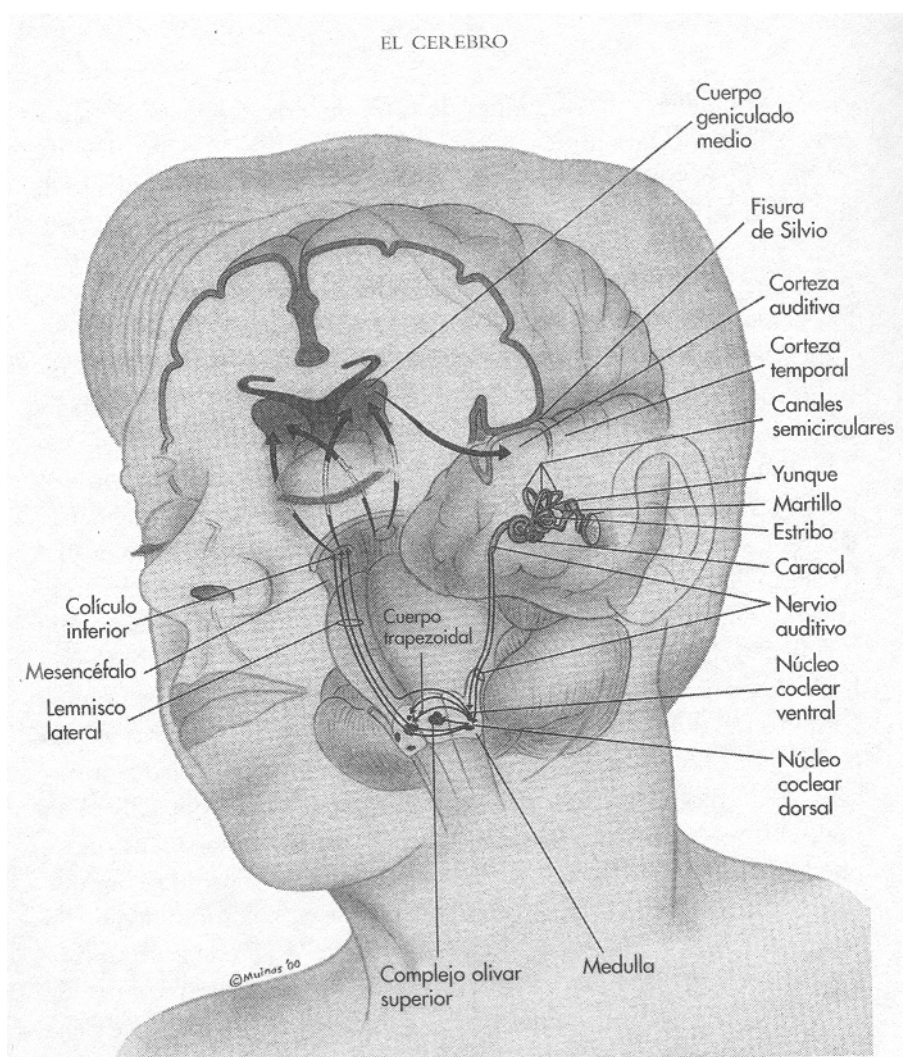
Otras investigaciones recientes han hallado que el procesamiento del lenguaje en el cerebro es mucho más complicado de lo que tradicionalmente se admitía. Por ejemplo, Paula Tallal, de la Universidad Rutgers, ha estudiado a niños con deficiencias en el aprendizaje que se basa en el lenguaje. Ha visto que las deficiencias en el hemisferio izquierdo -un procesador más rápido que el lento, pesado hemisferio derecho conduce a dificultades en la identificación de ciertas combinaciones «rápidas» de consonantes, como «br» y «pn». Valiéndose de ordenadores con los que ejercita los circuitos auditivos de niños con esa deficiencia, está encontrándose con que su capacidad de discriminar entre esos sonidos del habla puede mejorar si se reeducan las redes neuronales, para lo cual les presenta estímulos en formas más lentas, extendidas, que luego va acelerando gradualmente. Investigaremos sus técnicas con más detalle en el capítulo 7, «Lenguaje».

Tallal ha averiguado también que el procesamiento rápido del lenguaje tiene lugar en la área de Broca del hemisferio izquierdo, en vez de en la de Wernicke, detrás del oído, que de ordinario se supone que es la región auditiva del cerebro. Como se suele pensar que el área de Broca es la controladora de la corteza motriz (que se encarga de la lengua y la laringe), y no del área receptora, estos resultados sugieren que el habla tiene mucho que ver con las regiones que rigen en el cerebro el movimiento.

La interdependencia de los dos hemisferios es particularmente evidente en el procesamiento de la música. El lado izquierdo es mejor en lo que se refiere a la sucesión de los sonidos, el ritmo. Especialmente fascinantes son los estudios con TEP de Henri Platel, de la Universidad de Caen, en Francia, de hombres sin formación musical a los que hacía escuchar breves fragmentos de obras muy conocidas de música clásica y secuencias aleatorias de notas musicales. Vio que el área de Broca se activaba cuando los individuos escuchaban las obras conocidas. Platel apunta que puede que esa área participe en el reconocimiento de todos los sonidos familiares y no solo del habla. Los cambios en el ritmo de las obras desconocidas activaban también esa área. La única característica musical que activaba con preferencia el hemisferio derecho era la cualidad misma del sonido, el timbre. Platel llegó a la conclusión de que la apreciación de la música es asombrosamente compleja; en ella participan la memoria, el reconocimiento de secuencias de componentes musicales y la coordinación de regiones especializadas del cerebro.

Además, la apreciación musical, al igual que el proceso global de percibir el sonido, está influida por las experiencias de la persona. Nuestros recuerdos o factores simbólicos relativos a diferentes piezas musicales en la misma tonalidad, por ejemplo, pueden afectar a cómo nos afectan los sonidos musicales. No hay pieza musical -o sonido- que sea en sí misma «alegre» o «triste». Sin embargo, una melodía con armónicos acordes mayores puede que suene agradablemente brillante; la misma melodía con acordes menores puede que suene sombría. Añadimos un contenido emocional a lo que oímos, nueva prueba de la refinada naturaleza de la percepción y de sus muchos niveles de procesamiento.

El proceso de la audición subraya un fenómeno que se repite en todo el sistema sensorial: los componentes del sistema se solapan. Se despieza la información sensorial que llega, se la reagrupa de otra manera y con otro formato y ,por último se la recombina para formar una «percepción» definitiva.



EL SISTEMA AUDITIVO. Oír es algo complicado, que empieza cuando el tambor del oído reacciona a los cambios de la presión del aire causados por las ondas sonoras que recibe, a las que convierte, por medio de los mecanismos del oído medio, en información electroquímica que se envía al tronco cerebral, donde el cuerpo trapezoidal y el complejo olivar superior procesan la información y la posición de la cabeza, y ajustan la presión en el oído interno para optimizar la captación de los sonidos. La ruta que se dirige a la parte superior del cerebro parte del colículo inferior y pasa por el cuerpo geniculado medio del tálamo. Desde allí la información se manda a la corteza auditiva del lóbulo temporal, donde continúa el procesamiento.

VISIÓN

Conocí a un psicoterapeuta de la Costa Oeste, Rolf, en un congreso en Aspen, Colorado. Era otoño, hacía fresco, estaba nublado, pero Rolf llevaba puestas unas gafas de sol con cristales amarillos. Pensé que sería una de esas cosas de los californianos. Pero Rolf, que tenía sesenta y ocho años, había descubierto hacía solo dos que padecía un problema de procesamiento visual. Había empezado a trabajar con disléxicos cuando dejó de ejercer activamente; estudiando al respecto todo lo que pudo se enteró de que había una técnica, el método Irlen, que ayudaba a un pequeño subgrupo de disléxicos.

A ciertos disléxicos les es difícil leer porque a medida que desplazan los ojos de izquierda a derecha a lo largo de una línea impresa les parece que las letras fluctúan (se mueven). El individuo afectado no puede seguir las palabras, y ha de vérselas y deseárselas para leer. La idea del método Irlen era que, si una persona a la que le pasa

eso mira un material escrito -o cualquier detalle minucioso- a través de cierto tipo de lente filtradora, la fluctuación cesa.

Rolf había estado atormentado toda su vida con la idea de que no era tan listo como se creía. Le había llevado mucho más tiempo que a otros estudiar. Fue lo bastante inteligente como para salir adelante, y se licenció en medicina obligándose a escuchar bien y a hacer muchas preguntas. Su primer amor fue la neurología, pero requería muchas más lecturas detalladas que la psicología, que se basaba más en hablar y escuchar, así que acabó por hacerse psiquiatra. Siempre había amado la literatura, pero no leía nunca porque le suponía un tormento excesivo.

Tras descubrir que las lentes Irlen de distintos colores ayudaban a ciertos disléxicos, Rolf se dirigió a la farmacia del barrio, cogió una revista y empezó a probarse gafas de sol de distintos colores. Probó con unas azules y unas marrones. No pasaba nada. Pero se puso un par de lentes amarillas, que no costaban más que cinco dólares, y comenzó a leer la revista. ¡Las palabras no se movían! La leía con mayor facilidad que nada que hubiese intentado leer antes en su vida. Estaba entusiasmado.

Rolf usaba ya gafas para la hipermetropía común. Corrió a explicarle al oftalmólogo su descubrimiento. Encargaron un par de lentes Irlen. Hoy Rolf es un lector voraz.

Hay que señalar, es importante tenerlo en cuenta, que las lentes Irlen ayudan solo a una pequeña fracción de quienes sufren de dislexia, la cual, como veremos en el capítulo 7, puede estar causada por muchos problemas perceptivos o de procesamiento cerebral. La fluctuación de las letras no es un problema que puede diagnosticarse con exámenes oculares rutinarios. Rolf pertenece al pequeño grupo de disléxicos a los que ayudan las lentes Irlen; fue lo suficientemente precavido como para aplicarse lo que estaba aprendiendo acerca de la dislexia a sí mismo, y tan espabilado como para encontrar una prueba evidente de una posible cura en la farmacia más cercana.

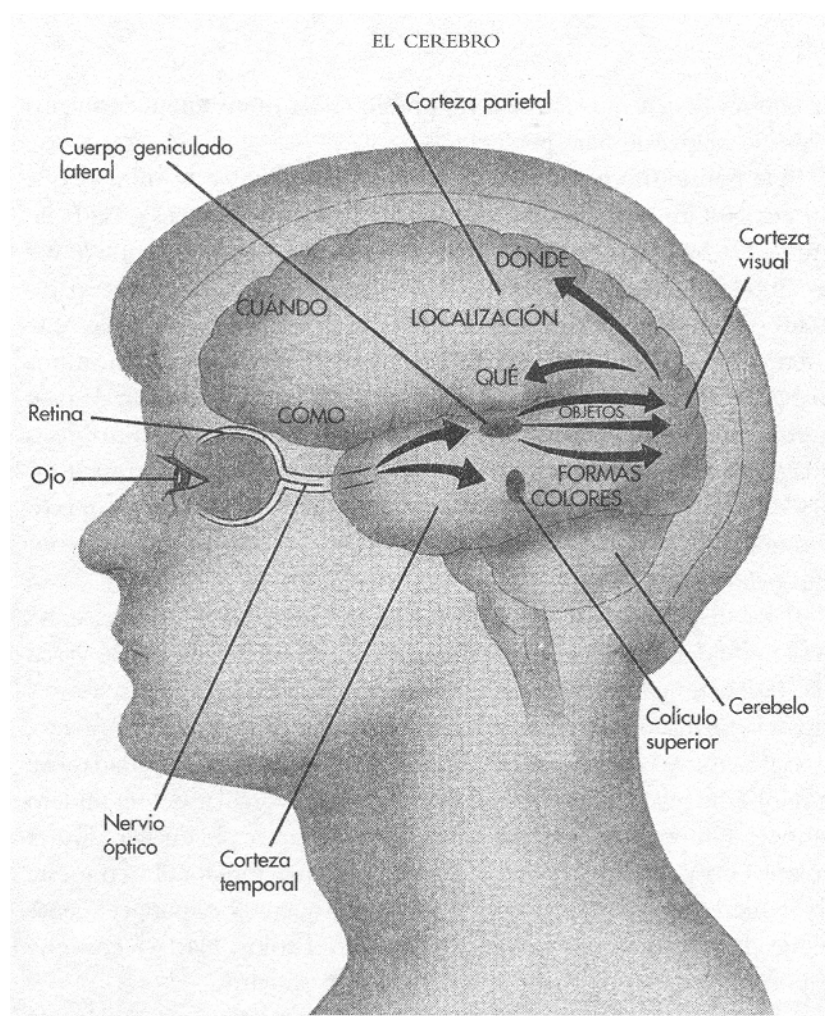
Una vez más, sin embargo, como en el caso de Rickie y Delores, Rolf, se pasó innecesariamente buena parte de su vida adulta con una pobre imagen de sí mismo. Pese al éxito exterior de su carrera, le había estado analizando durante años intentando comprender por qué creía de sí mismo que no era válido, intentando comprender por qué se tachaba a sí mismo de indolente, intentando comprender por qué tenía que estudiar tanto para conseguir lo que para otros era coser y cantar, por qué no leía las revistas profesionales como sus compañeros psiquiatras o seguía las noticias en los periódicos. Su lucha no tenía nada que ver con un déficit intelectual o un problema de motivación. Se trataba de un problema de pura percepción.

Solo por un momento, levante la vista de este libro y examine lo que le rodea. Sea un aséptico despacho, un acogedor dormitorio o un bello parque, descanse un momento y «vea» de verdad el mundo que le rodea. En el lapso de tiempo que usted ha separado la vista de esta página, sus ojos diseccionaron meticulosamente la imagen proyectada sobre su retina en aproximadamente 126 millones de piezas y mandaron una señal por cada uno de esos minúsculos elementos a una estación de paso en el tálamo, el cual disparó las redes neuronales hacia y dentro de la corteza visual; la información se expidió a continuación a la corteza frontal, y de alguna forma usted recompuso las piezas en un patrón sin costuras que percibe como un despacho aséptico, un dormitorio acogedor o un bello parque.

Por si fuese poco esta complejidad, los hallazgos fisiológicos recientes dan a entender que todo ese procesamiento sucede a lo largo de varias rutas independientes y paralelas. Un sistema procesa la información relativa a la forma, otra la relativa al color y otra la relativa al movimiento, la localización y la organización espacial. Si levanta usted la mirada y ve un reloj, la imagen de su esfera y el movimiento circular del segundero se procesarán por separado, por unificada que parezca la imagen. Quizá parezca raro

pensar en la visión como algo que funcionalmente está subdividido. Pero ¿cómo, si no, podría alguien que enfoca perfectamente y sigue el movimiento de los objetos ser ciego al color? Hay «ciegos» que no pueden ver colores u objetos, pero sí movimientos.

Como seres humanos, combinamos gracias a nuestra corteza llena de circunvoluciones los mensajes visuales con otros mensajes sensoriales y experiencias pasadas para dar un significado único a situaciones visuales concretas. La vista de un ramo de rosas rojas frescas tendrá seguramente un efecto diferente en mí que en la florista que trabaja con rosas todos los días. La mayoría de las especies no tienen circunvoluciones corticales, así que el grueso de su procesamiento visual ocurre como pura vista. La evolución ha hecho que los seres humanos procesen la mayor parte de la información visual «corriente arriba», en la corteza visual.



EL SISTEMA DE LA VISIÓN. La visión empieza cuando los rayos de luz inciden en el ojo. Esa señal que les entra se transforma en ellos en energía electromecánica, que se envía al cerebro por el nervio óptico. La primera parada se produce en el cuerpo geniculado lateral del tálamo, con un pequeño segmento que va al colículo superior y sirve para ajustar la cabeza y los ojos de manera que se maximice la entrada de información. Desde el geniculado lateral la información se manda a la corteza occipital o visual y luego se dispersa a regiones cercanas para procesarla. La información va principalmente a lo largo de dos rutas separadas: la ruta cómo del lóbulo parietal y la ruta QUÉ del temporal. La visión, como la mayoría de las funciones cerebrales, está repartida -es decir, para procesarla se la envía a varias regiones cerebrales-; esa información fragmentada se agrupa de nuevo de alguna forma, y VEMOS.

Imagínese que está usted mirando un cuadro con mucho colorido colgado en una pared blanca. La pared entera está bien dentro de su campo de visión, pero su mirada se ve atraída inevitablemente hacia el cuadro. La pared blanca parece «esfumarse» de lo que es significativo y el cuadro, en cambio, «se materializa». ¿Por qué tiene usted una preferencia visual por el cuadro y no por la pared? La respuesta está en lo que los psicólogos llaman «prominencia»: el cerebro presta particular atención en su campo visual solo a imágenes concretas.

Aprender cómo se produce la prominencia nos dice mucho acerca de cuánto control ejecutivo tienen nuestros cerebros sobre lo que finalmente vemos. Nuestra experiencia visual empieza cuando la luz rebota en el cuadro y en la pared, atraviesa las lentes de los ojos y llega a una fina lámina de tejido neuronal muy especializado en el fondo del ojo, la retina. Los fotorreceptores que hay allí -los famosos conos y bastones- captan la longitud de onda de la luz y su intensidad. Convierten esos datos en bruto en impulsos neuronales, un lenguaje que el cerebro entiende. La retina es muy selectiva y solo deja pasar por las células fotorreceptoras a menos de un 10% de la luz que entra en el ojo. Si no, nuestros cerebros se quedarían abrumados con tanta luz.

La retina humana contiene aproximadamente 120 millones de bastones y 6 millones de conos. Estos son responsables de la visión del color y de la mayor parte de nuestra percepción visual con luz brillante y normal. Diferentes conos son más receptivos a la luz de longitud de onda larga (roja), media (amarilla) o corta (azul), los colores primarios con los que se hacen los demás. A un objeto lo vemos un color determinado porque esa señal procedente de la retina es la más fuerte; las longitudes de onda que proceden de un objeto rojo sincronizan la recepción de la luz de los conos rojos y refuerzan su disparo, y el resultado es una señal más fuerte enviada hacia el cerebro que dice «rojo». El cerebro compara esta fuerte señal con las más débiles del amarillo y el azul, y concluye que el objeto es rojo.

Los bastones tienen poca agudeza visual, pero son mucho más sensibles a unos niveles bajos de luz y proporcionan la mejor parte de nuestra visión cuando está oscuro. Los bastones eran considerablemente beneficiosos para nuestros predecesores, que cazaban a sus presas tras la puesta del sol. La mayoría de los animales, por el contrario, son ciegos al color. Son sensibles a ciertos colores, pero no a toda la gama; su visión de conos es pobre. Sin embargo, tienen una visión de bastones (nocturna) muy superior a la de los seres humanos. Los bastones dependen en gran medida de un fotopigmento llamado rodopsina; está compuesto de vitamina A, nutriente que se encuentra en las espinacas, los tomates, las fresas y, claro está, las zanahorias (lo que explica eso que decía mamá, que comer zanahorias te venía bien para ver mejor).

Nuestros bastones y nuestros conos ven el cuadro simplemente como un campo de puntos independientes de luz, oscuridad y color. (La escasa, o nula, capacidad de algunos tipos de conos de distinguir los colores es la causa de la ceguera, parcial o total, al color.) Las señales neuronales resultantes creadas por los bastones y los conos salen del fondo del ojo por el nervio óptico de camino hacia los centros procesadores del cerebro. Allí, una enredada masa de conexiones neuronales afina con cuidado la cantidad abrumadora de información visual que la retina transfiere desde el entorno.

Nuestros ojos toman una instantánea del mundo exterior y trocean la imagen en millones de minúsculos fragmentos de información, disgregados según el color y la dirección de la luz, y todo ello sin ayuda del cerebro. Lo que pasa a continuación es un aspecto fascinante de la visión humana. Una serie de laboratorios ha dedicado mucho tiempo y energía a intentar entenderlo.

Hay dos grandes rutas que van del tronco cerebral a la corteza: la ruta geniculoesférica y la ruta tectopulvinar, que suele pasarse más a menudo por alto. Se

cree que la última es la encargada de orientar los ojos hacia un estímulo determinado. Proporciona el mecanismo mediante el cual los orientamos hacia un estímulo concreto (el mecanismo que atrae nuestra atención hacia el llamativo cuadro en vez de hacia la monótona pared).

Los experimentos relativos a un fenómeno llamado «vista ciega» respaldan la teoría de que la ruta tectopulvinar desempeña un papel crucial en el procesamiento visual. Los pacientes con que se han llevado a cabo esos estudios habían sufrido lesiones en la corteza visual primaria y en regiones de la ruta geniculoes triada, con el resultado de que padecían ceguera de medio campo visual. Tiene su interés que, cuando se les mostraba algún patrón en su medio campo ciego, volviesen los ojos hacia la imagen a pesar de que no podían ver tal patrón. Esto quiere decir que la ruta tectopulvinar podía desplazar la mirada guiada por la atención hacia estímulos nuevos pese a las lesiones de la ruta geniculoes triada. No podían ver, y sin embargo veían. No eran conscientes de lo que veían.

¿Qué tiene esto que ver con usted y conmigo? La respuesta es la especificidad de la atención. Imagínese que está buscando un bolígrafo en una mesa abarrotada de cosas. Sus ojos están bombardeados por información visual (montañas de papeles, discos, libros). Sin embargo, usted encuentra el bolígrafo en medio de ese desorden visual porque su ruta tectopulvinar lo ignora todo menos lo que ansía encontrar: los rasgos del bolígrafo que despuntan comparados con los de los papeles, discos o libros (su forma cilíndrica, su punta, su color). En cuanto la ruta tectopulvinar capta el objeto que le llama la atención, la ruta geniculoes triada nos deja verlo de verdad.

El principio mismo de la ruta geniculoes triada se encuentra en los cuerpos geniculados laterales del tálamo. Esta ruta es, creen ahora los investigadores, la que contribuye a los problemas de lectura de algunos disléxicos. Como Rolf, muchos disléxicos dicen que las palabras de la página que tienen delante «tiemblan» o «saltan»; por ello, leer les es frustrante y laborioso. Varios estudios de la percepción han confirmado que los disléxicos procesan la información visual más despacio que los demás. Por ejemplo, les cuesta distinguir el orden de dos estímulos visuales que destellen rápidamente, pero sí pueden ver esos mismos estímulos perfectamente cuando se presentan despacio. Margaret Livingstone y Al Galaburda, de la Escuela de Medicina de Harvard, hallaron indicios anatómicos relacionados con ello cuando examinaron secciones de los cuerpos geniculados laterales en las autopsias de cinco disléxicos y cinco personas que no lo eran. Las redes neuronales que hay en los cuerpos geniculados laterales estaban más desorganizadas en los cerebros disléxicos, y los cuerpos celulares de las neuronas parecían menores. Había menos células magnocelulares que introdujesen la información rápidamente cambiante. Según una teoría, esto inhibiría la capacidad cerebral de borrar una imagen antes de que aparezca la siguiente, y por eso parece que las imágenes se solapan, o que vayan y vengan sin que haya claras separaciones entre ellas, lo que explica que parezca que las palabras tiemblen o salten. Las investigaciones recientes de Guinevere E Eden, del Instituto Nacional de la Salud Mental, proporcionan más pruebas. Usó barridos de IRM para comparar la actividad cerebral en la región de la corteza visual encargada de la detección del movimiento en ocho individuos que no eran disléxicos y en seis que sí, y vio que esa área era mucho menos activa en los disléxicos; lo que significa que la región hacía menos por controlar la percepción del movimiento de las imágenes.

Hay otro paso en el procesamiento visual que quizá contribuya también a la dislexia. Se explica mejor con una historia personal que me contó una de mis investigadoras. Sus palabras fueron las siguientes:

En la adolescencia le tenía pánico al último jueves de cada mes. Era la noche del Club de los Libros, lo que quería decir que mamá se zampaba una cena rápida y nutritiva mientras pasaba frenéticamente las páginas del libro que tenía que leer en busca del tema. ¿Para qué vale estar en un club de libros, me acuerdo que me preguntaba, si no te los lees? Pero pese a su recargada agenda, mi madre no se perdía nunca su reunión mensual, y en los diez años que ha sido miembro nunca acabó un libro. Hasta hace poco no descubrí por qué.

Mientras juntaba información, me topé con una detallada explicación de la anatomía del sistema visual, según la cual el sistema visual humano podía dividirse en rutas independientes paralelas con funciones notablemente diferentes. Imagínese que usted se encuentra en un cruce con mucho tráfico y observa el paso de los coches. Sus ojos mandan información a dos cúmulos del tamaño de dos cacahuetes que están situados bien dentro del cerebro, los cuerpos geniculados laterales del tálamo. En esta estructura se distinguen dos partes, la parvocelular (parvo) y la magnocelular (magno) [como ya se dijo cuando se habló antes del oído]. Parece que el sistema parvo, o de procesamiento lento, procesa información relativa al color, mientras que el magno, o de procesamiento rápido, procesa información relativa al movimiento, la localización y la organización espacial. El sistema parvo «ve» de qué color es un coche que se mueve, y el magno lo deprisa que se está moviendo. Es entonces responsabilidad de la corteza, que trabaja con el cerebelo, recomponer esa información y darnos la percepción sin costuras de un coche rojo que pasa ante nosotros a toda velocidad.

Leí entonces un artículo de Margaret Livingstone que hablaba de sus investigaciones sobre la dislexia, la deficiencia selectiva de la capacidad de lectura pese a que se tengan una inteligencia, motivación, instrucción y agudeza sensorial normales. Livingstone examinó secciones de los cuerpos geniculados laterales de disléxicos y no disléxicos a los que se había practicado la autopsia. En los cerebros de los disléxicos, las capas del parvo parecían semejantes; las del magno, en cambio, eran menores y estaban más desorganizadas. Livingstone planteó la hipótesis de que ese «caos» del magno podía ser la causa de la dificultad que tenían los disléxicos para enfocar las palabras de una página impresa. Los barridos con IRM de Guinevere E Eden respaldaban las conclusiones de Livingstone.

Una noche, con esa investigación fresca todavía en mi cabeza, me llamó mi madre por teléfono. Se le notaba la ansiedad en la voz. Me preguntó si por una casualidad no habría leído *El turista accidental*; si lo había hecho, ¿no podría resumírselo? Debe de ser el último jueves del mes, pensé. Cuando le dije que, desgraciadamente, no había leído *El turista accidental*, se puso a contarme lo sumamente infructuosos que eran sus esfuerzos agotadores por acabar ese libro (como le pasaba con los demás). Mientras la oía hablar de su frustración, ciertas palabras se quedaron con mi atención. «Me cuesta tanto centrarme en las páginas -me dijo-. Parece que las palabras saltan por todas partes. Tardo muchísimo más que cualquiera en acabar un libro.» No, no podía ser, pensé para mí misma. Mi madre no podía ser disléxica. Había sido la primera de su clase, es perfeccionista, ama con toda su alma aprender. ¿Cómo va a ser, precisamente ella, disléxica?

Por desgracia, en la sociedad actual se toma la destreza que se tenga al leer como una medida de la inteligencia, y la mayoría (no me excluyo) supone que si alguien es inteligente, está motivado y tiene una buena educación no le costará aprender a leer. Sencillamente, no es así.

Piense en algunos de los disléxicos más famosos que haya habido, como Thomas Edison y Albert Einstein. La dislexia, está claro, no es lo mismo que la falta de inteligencia. Si bien es verdad que hay niños que no son capaces de aprender a leer porque se les

enseña mal o porque les falta motivación para estudiar, hay de un 5 a un 10% de los niños a los que les es difícil aprender a leer aun en las mejores circunstancias posibles. Como apuntaban Livingstone y Eden, es posible que esos individuos tengan, simplemente, unos defectos biológicos en sus centros magno de procesamiento rápido.

La verdad, cuanto más pensaba en la vida de mi madre, más me parecía que su personalidad se había conformado alrededor de un defecto magnocelular. Ella odia las multitudes. Mejor dicho, odia estar en lugares que no le sean familiares donde «haya demasiado jaleo»: ciudades, rastros, parques de atracciones, centros comerciales. Cuando controla su entorno, por ejemplo en un centro comercial que conoce bien, está segura de sí misma y hace lo que quiere, con un plan en mente. En un centro comercial que no le es familiar, en cambio, es como si retrocediese en su edad; se vuelve tímida, casi asustadiza. Puedo acordarme de haber ido con mi familia, de niña, a la conmemoración del centenario de la estatua de la Libertad en Nueva York. Había miles de personas en Liberty Park, como sardinas en lata; intentaban desesperadamente ver algo de los festejos. Me acuerdo de haberme sentido sofocada y de haber levantado la vista hacia el rostro de mi madre para sentirme más segura, pero solo vi que sus ojos estaban casi velados de miedo y su piel húmeda y blanca. Nos marchamos al cabo de poco.

En esas situaciones la limita-un defecto del magno. Su cerebro no puede procesar deprisa la información visual como es debido; no puede procesar adecuadamente una escena visual cambiante e inestable con la suficiente rapidez. Los centros comerciales que no conocía bien y el parque abarrotado «eran demasiado para ella». La abrumaban. Y así tenía que ser.

Mi madre es una artista extraordinaria. De joven me quedaba en silencio mirando cómo su mano firme pintaba en los lienzos panoramas surrealistas. Años después, cuando salió el juego Pictionary -en el que los jugadores tienen que hacer dibujos para comunicar frases-, aplastaba a los rivales con un talento que no nacía del esfuerzo. Sé también que debo mi amor a la belleza de la naturaleza al haber escuchado a mi madre apasionadas descripciones de los paisajes que había visto en su vida. Estoy convencida de que ve matices de color que los demás no captan, de que ve el mundo desde una perspectiva verdaderamente diferente a la de la mayoría: con los ojos de una artista.

Con, las investigaciones en mano, entendí por fin que mi madre tiene un sistema parvo de procesamiento lento excepcional; como la mayoría de los artistas, expresa una percepción superior del color. Pero también expresa un sistema magno de procesamiento rápido un poco deficiente. Caí también en la cuenta de que su cerebro «compensaba» esa deficiencia. Ahora podía al fin abandonar la idea de que mi madre tenía un cerebro ligeramente anormal.

¿Hay un sistema magno «normal» o un sistema parvo «normal»? ¿Hay un prototipo de cerebro al que deban compararse los demás? ¿Debe considerarse que el cerebro de mi madre cae «por debajo de la media» porque su sistema magno no da la talla? Su sistema parvo más potente, ¿la pone a la par? Es imposible cuantificar funciones cerebrales tan complejas en una ecuación «normal». Piense en el siguiente ejercicio: visualice una casa; ¿tiene dos dormitorios?, ¿qué tamaño tiene la cocina? Su casa será, seguramente, diferente de la mía, pero ambas son legítimas, ¿no? No hay una casa «normal», no hay tal cosa, solo variaciones de casas. Los cerebros son dinámicos y no dejan de cambiar. Puede que un cerebro sea débil en una cosa y tenga un vigor del mismo orden en otra. Por eso creo que el defecto del sistema magno de mi madre es un don extraordinario.

Mi ayudante de investigación no solo ha encontrado la causa de fondo de las dificultades de su madre al leer, sino una conclusión de importancia fundamental acerca de la percepción, y en realidad acerca de todas las funciones cerebrales. Cada cerebro es

diferente, y cada uno es más eficaz en ciertas formas de procesamiento que otros. En la mayoría, el plástico cerebro intenta reorganizarse para compensar sus deficiencias lo mejor que pueda. Cuanto más aprendamos acerca de cómo ocurre eso más podremos ayudar al cerebro a entrenarse de nuevo.

Todo el procesamiento visual de que hemos hablado con referencia a su madre tiene lugar en el tálamo. Una vez ha hecho este su tarea, la información es devuelta a la parte posterior del cerebro, a la corteza occipital. Allí, la señal llega a la corteza visual, un área conocida como V1. Hace las veces de secretaria del sistema visual y asigna señales a cada una de las treinta áreas distintas que hay dispersas por el cerebro que se especializan en un tipo de discriminación de rasgos u otro (el color, la forma, el tamaño o la orientación). La mayoría de los investigadores creen que la corteza visual primaria se organiza en módulos y que las neuronas de cada uno de ellos se dedican al análisis de rasgos determinados de una pequeña parte del campo visual. Algunos módulos procesan fragmentos sueltos de la imagen percibida, otros responden a rasgos tales como la orientación o el movimiento dentro del campo visual. Por ejemplo, una neurona podría responder a una pincelada vertical en un cuadro solo porque está orientada en una dirección vertical.

No podremos aún percibir el cuadro en colores que hay sobre la pared blanca mientras no se combine la información de los módulos sueltos. Las piezas del rompecabezas deben encajar para que se cree un patrón sin costuras. Este proceso comienza en la corteza de asociación visual, donde sumamos los datos relativos a «qué» es un objeto con los relativos a «dónde» se encuentra. La información relativa a color, textura y forma se maneja en la corteza temporal, y los detalles espaciales en la corteza parietal. Estas áreas pasan en última instancia los resultados a regiones superiores del cerebro la corteza frontal- para nuevos análisis. Una vez está allí la información visual, adquirimos conciencia de nuestros cuerpos, de que estamos en una habitación y de que contemplamos un cuadro en color colgado en una pared blanca.

Pero ese no es el final de la historia. La ruta visual no es una calle de una sola dirección. Las áreas superiores del cerebro pueden enviar también señales visuales de vuelta a las neuronas de las áreas inferiores de la corteza visual. Pruebe a hacer lo siguiente: una imagen de su lugar de vacaciones favorito en su mente. ¿Brilla el sol? ¿Qué matiz del azul tiene el cielo? Como seres humanos, tenemos la capacidad de ver con el ojo de la mente, de tener una experiencia perceptiva a falta de una señal visual. Por ejemplo, los barridos de la TEP han mostrado que cuando unos individuos, sentados en una habitación, imaginan que están en la puerta de entrada de la casa y que se ponen a caminar hacia la izquierda o hacia la derecha, comienza una activación de sus cortezas de asociación visual, parietal y prefrontal, las tres centros de procesamiento cognoscitivo superiores.

Hay todavía otra razón crucial por la que nuestros cerebros mandan importantes prolongaciones desde los centros superiores de procesamiento cognoscitivo a zonas inferiores de la corteza visual. Otra vez, tiene que ver con la especificidad de la atención. Este sistema de retroalimentación proporciona al cerebro un mecanismo intrínseco para acallar las señales que se reciben que son repetitivas, innecesarias o que deben ignorarse. Piénsese en lo increíblemente abrumados que estarían nuestros cerebros siuviésemos que tomar sin remisión cada uno de los detalles visuales del entorno. Sin un proceso de filtrado las neuronas de nuestra ruta visual estarían seguramente siempre abrumadas. Las regiones superiores de nuestros cerebros recuerdan a las inferiores de la corteza visual que la pared blanca no es interesante y que debe prestar atención a lo que sí lo es, al cuadro en colores.

Nuestros demás sentidos operan bajo similares mecanismos de retroalimentación. Piense en el del tacto. En este mismo momento, ¿siente la ropa sobre el cuerpo? Seguramente no hasta que le prestó atención a la percepción después de que yo se lo sugiriese. Las regiones superiores de su cerebro le están ayudando a usted a ignorar la sensación repetitiva de la ropa en la piel, y a potenciar su sensibilidad a otros aspectos del tacto necesarios para leer este libro, rascarse la barbilla o acariciar al perro.

El cerebro tiene una capacidad asombrosa para filtrar los estímulos que nos llegan de manera que podamos abordar nuestro entorno sin que nos abrume. Sin unos circuitos cerebrales tan intrincados, nuestro mundo olfativo, culinario, táctil, auditivo y visual sería sumamente caótico y desorganizado. Así que la próxima vez que conduzca por la autopista, agarrado al volante, fijándose en el tráfico y escuchando la radio, o la próxima vez que huela y deguste esa buena comida, recuerde que su cerebro está manejando un flujo increíble de información sensorial. Recuerde también que la próxima vez que examine un cuadro con sus colores colgado en una pared blanca o que busque un bolígrafo en su mesa atestada de cosas, lo que estará viendo será, realmente, mucho más de lo que salta a la vista.

EL SEXTO Y EL SÉPTIMO SENTIDOS

Como si los cinco sentidos de la percepción no fuesen lo bastante interesantes, la ciencia lleva debatiendo durante años sobre otros sentidos que no son los tradicionales. No la percepción extrasensorial u otras hazañas paranormales, sino un sentido de la dirección y otro del sexo.

Hay incontables testimonios a lo largo de la historia de la existencia de personas que tuvieron una capacidad extraordinaria de saber por dónde iban: exploradores, guías, marineros, pioneros. Ciertamente, los pueblos de tiempos antiguos encontraron su camino a través de continentes y océanos sin brújulas, sextantes, radares o el sistema de localización mundial por satélite. Sabemos también que algunas especies, los pájaros migratorios y el salmón, por ejemplo, tienen un sentido instintivo de la dirección. Ciertas células de las cabezas de las abejas de miel y de las palomas mensajeras contienen cristales de magnetita, un material magnético natural, que se alinean en el campo magnético terrestre de manera muy parecida a como hacen las agujas de las brújulas; de una u otra forma, algunas de esas especies se valen de ese fenómeno como sistema de referencia para la navegación.

Joseph Kirschvink y otros investigadores del Instituto de Tecnología de California han identificado el mismo tipo de partículas de magnetita en el tejido cerebral humano. No saben qué función desempeñan realmente, pero las posibilidades son cautivadoras.

Algunos científicos creen que nuestro séptimo sentido podría ser un órgano sexual... que está dentro de la nariz. Muchos mamíferos tienen un órgano vomeronasal (OVN) con el que captan las feromonas segregadas por sus posibles parejas. El OVN está situado dentro de las cavidades nasales, sobre el paladar, el techo de la boca. Los anatomistas han identificado una estructura parecida en los seres humanos, un par de pozos en el tabique que separa las cavidades.

Si ese «OVN humano» desempeña un papel en la atracción sexual, y por lo tanto en la elección de pareja, está todavía por ver. El debate está alcanzando proporciones casi de batalla campal en la comunidad médica porque hace poco se han descubierto indicios de que en los fetos se desarrolla una estructura parecida al OVN que quizá desaparezca antes del nacimiento. Incluso aunque persistiese en alguna diminuta forma en los adultos, la siguiente pregunta sería si podría realmente mandar señales al cerebro. Hay científicos que piensan que los dos pozos han perdido durante la evolución humana su capacidad de

funcionar y son un mero remanente de nuestra herencia. Pero hasta que no haya pruebas concluyentes de que el OVN no está activo, seguiremos oyendo a los charlatanes que ciertas lociones para después del afeitado y perfumes que llevan feromonas atraen al sexo opuesto.

3

Atención y conciencia

Va usted por el lado izquierdo de una autopista de circunvalación urbana en la que se conduce deprisa. Es una soleada mañana de sábado, y usted y una amiga que le acompaña en el asiento de al lado ríen histéricamente por lo que pasó en una fiesta la noche antes. Su amiga tiene una buena salida, usted se vuelve para mirarla, se desternilla de risa otra vez, extiende el brazo y coge la caja de pañuelos de papel que hay en el asiento de atrás para limpiarse los ojos llenos de lágrimas. Mientras, la valla de la mediana, que está a solo cinco metros de su codo izquierdo, pasa como una fulguración junto a su coche a noventa kilómetros por hora. Usted no ha estado prestando atención a la carretera en absoluto, sin embargo ha evitado estrellarse contra esa barrera metálica.

O quizá es una noche de jueves, tarde ya, usted está cansado después de catorce horas de trabajo y se siente débil tras cuatro días de dormir poco. Lleva conduciendo un buen rato. La solitaria carretera está oscura ante usted. Oye el murmullo de los neumáticos. Le pesan los párpados. Se le velan los ojos... De pronto, agarra con pánico el volante. Sus ojos enfocan con nitidez la vista que tienen delante, se le acelera el corazón y se cubre de sudor. Había empezado a desviarse hacia la estrecha cuneta y justo delante está el pilar de un paso elevado. Corrige la posición. Gracias a Dios, de alguna forma ha logrado mantener su rumbo.

¿Cómo ha podido salir bien librado en ambas ocasiones? Usted percibía las imágenes y sonidos de la carretera pese a que no les estaba prestando atención. En su cerebro algo seguía sintonizado aun cuando usted no se percatase de ello.

Durante décadas, los científicos estudiaron la atención y la conciencia como disciplinas separadas, pero en años recientes tanto teóricos como experimentalistas han empezado a considerarlas como niveles diferentes de la misma actividad cerebral. Según la más reciente opinión, nuestros cerebros están siempre «listos», siempre sintonizados con la corriente inacabable de percepciones que le llegan, y en esas algo sucede que hace que el cerebro preste deliberadamente atención a un estímulo, que enfoque sus luces sobre él.

La atención y la conciencia están inexorablemente entrelazadas, y algunos científicos creen ahora que son, en realidad, la misma cosa. Pese a los libros y libros que se han escrito sobre la conciencia, seguimos sin saber definirla, ni qué actividad cerebral da lugar a ella. Pero no podemos hablar del cerebro, mucho menos presentar una guía del cerebro para sus usuarios, sin incluir algunos modelos de cómo procede la conciencia a fin de que podamos entender y comentar en qué puntos se produce la controversia entre ellos. Al fin y al cabo, sin la conciencia poco más de lo que el cerebro pudiese hacer importaría.

Comprender la conciencia es fundamental para entendernos a nosotros mismos y fundamental para diagnosticar a pacientes que padezcan cualquier tipo de problema psicológico, psiquiátrico o neurológico. Para juzgar cómo está una persona no puede uno basarse solo en la pregunta «¿Cómo se siente?». Las preguntas fundamentales son: «¿Cómo percibe y abarca usted el mundo? ¿Cómo atiende usted al mundo y llega a ser consciente de él? ¿Cómo llega usted a saber?».

La atención y la conciencia son los fundamentos sobre los que creamos un entendimiento del mundo. Juntos, forman el terreno sobre el que construimos un sentido de quiénes somos, de cómo nos definimos en relación con la mirada de mundos físicos y sociales que habitamos. Son además las funciones básicas que dan lugar a «la mente», esa auténtica jaula de grillos.

Los VENDEDORES DEL CEREBRO

Hasta hace poco, las teorías acerca de la atención y la conciencia eran en gran medida eso, teorías, incluso cuando se basaban en elementos de juicio observables. Pero ahora estamos empezando a aprender qué crea la atención y la conciencia en el cerebro, físicamente, gracias a las laboriosas investigaciones de personas como Rodolfo Llinás, jefe de fisiología y neurociencia de la Escuela de Medicina de la Universidad de Nueva York, que se ha pasado cuarenta años estudiando cómo actúan las neuronas.

Durante un siglo, el punto de vista dominante acerca del cerebro humano lo ha considerado un simple órgano «reflexivo». Según ese punto de vista, los cerebros humanos son poco más que unas máquinas en las que entran unas cosas y de las que salen otras. Aunque responden de manera muy compleja al mundo, siguen, en esencia, respondiendo a las exigencias exteriores a medida que les van llegando. Pero Llinás y otros han mostrado que las neuronas no se quedan sentadas tan tranquilas, sencillamente, a la espera de que unos datos exteriores las despierten. Siempre están activas y escogen si han de responder a un estímulo y cómo.

Llinás utiliza la analogía de ir a una tienda (el cerebro). Antes de entrar, usted (el estímulo) mira por la ventana y ve un grupo de dependientes (las neuronas) que hablan entre sí. Hay actividad, comunicación. Entra en la tienda, con lo que se convierte en un estímulo nuevo. Al principio los dependientes siguen charlando; puede que se hayan dado cuenta de su presencia, pero no le prestan atención. Pero si usted al aclararse la garganta hace el ruido suficiente, uno de ellos le mirará. Ahora es usted parte de la atención del cerebro. Si usted dice: «Quiero comprar ese abrigo», todos los vendedores, de golpe, le prestarán atención. El cerebro es ahora consciente de usted. Siendo ahora conscientes del estímulo, algunos de los dependientes entran en acción: uno va al perchero por el abrigo, otro a la caja registradora para marcar la venta; algunos más, que estaban en la parte frontal de la tienda montando un escaparate, siguen haciendo lo que estaban haciendo sin fijarse en los otros dependientes en absoluto. De manera parecida, el cerebro atiende, responde, decide.

Si las neuronas están siempre comunicando y actuando en el fondo, empezamos a ver un sistema físico que anda siempre listo para actuar. No permanece ocioso, esperando a responder; habla, reordena estantes, monta escaparates y dirige a algunas de sus neuronas a que respondan a los estímulos mientras otras continúan con las tareas que estaban acometiendo. Puede que este estado de actividad sea, en sí mismo, la conciencia.

Si el cerebro se limitase a ser un reflejo de lo que recibe, nunca podría planear una acción futura. El cerebro es una poderosa máquina de predecir que no para de hacer elaborados mapas mentales del mundo, lo bastante fiables como para permitirnos predecir qué habrá más adelante, tanto en el espacio como en el tiempo. Todos los animales que se mueven han de tener algún poder predictivo, como mínimo una imagen simple de dónde se están metiendo y una impresión de cómo se están metiendo ahí. La construcción de esas ayudas a la navegación forma la base de la actividad en marcha en el cerebro. A medida que pasa el tiempo y el cuerpo se mueve, ese cerebro consciente -o mente- experimenta el mundo, añade nueva información y actualiza y revisa sus mapas.

Aunque no está demostrado todavía, la intuición dice que este modelo tiene sentido. ¿Cómo, si no, iba a poder usted lanzarse por una carretera sin prestarle mucha atención pero burlando de todas formas a la muerte?

En un gran ejemplo de serendipiedad, unas investigaciones recientes acerca de cómo se sigue el movimiento de un objeto han respaldado la teoría que sostiene que es física la naturaleza de la conciencia en el cerebro. ¡Rápido!, ¿dónde está su cartera?

Usted puede responder a esta pregunta, y quizá hasta extender la mano hasta la cartera, sin que sus ojos se levanten de la página. ¿Por qué? Su cerebro guarda mapas mentales de los objetos cercanos. Michael Graziano y su equipo de la Universidad de Princeton descubrieron cómo insertando un diminuto electrodo en las cortezas premotrices ventrales de dos monos. Además, sus hallazgos encajan maravillosamente en la actual teoría del cerebro.

Para que un animal se mueva e interactúe con lo que lo rodea debe coordinar sus músculos con lo que ve, oye y siente. En los primates, el centro de mando para esta actividad está en la corteza premotriz ventral. Graziano observó que cuando los ojos de los monos localizan un objeto empiezan a dispararse grupos de neuronas, y que un subconjunto de las mismas sigue disparándose incluso después de que el objeto se pierda de vista.

Su equipo colocó un tubo de plástico en el campo de visión de los monos y grabó la respuesta como la reflejaban los electrodos. Cuando apagaron las luces, un grupo de neuronas siguió disparándose, como si los monos siguiesen viendo el tubo. Parecía que esas neuronas preservaban en el cerebro el recuerdo a corto plazo de la posición del tubo. Los investigadores quitaron entonces discretamente el tubo y volvieron a encender las luces. Cuando los nuevos datos de la vista les dijeron a las neuronas que el objeto ya no estaba allí dejaron de dispararse.

Los hallazgos de Graziano respaldan la idea de que el cerebro construye mapas de lo que lo rodea, y que un subconjunto de neuronas, como pasaba con los dependientes de la tienda, siguen charlando en el fondo para mantener esos mapas. Cuando llegan datos nuevos, como el desplazamiento del tubo, las neuronas reconfiguran sus mapas. Es probable que el cerebro dibuje mapas basándose en experiencias pasadas y también en recuerdos. Siéntese en el suelo de un cuarto de estar alfombrado y arroje una bola pequeña y blanda detrás de un sofá que esté casi pegado a la pared. Observe la trayectoria de la bola hasta que se pierda de vista. Usted puede predecir con bastante exactitud adónde ha ido a parar incluso aunque no ha visto ni oído cuándo dio en el suelo, porque gracias a los mapas de las experiencias y recuerdos de cientos de otras trayectorias que ha visto en su vida le es posible predecir lo que va a pasar.

VELE, ORIÉNTASE, DETECTE, EJECUTE

La reacción a los estímulos, la conversación continua entre las neuronas y los mapas predictivos del inundo colaboran para crear la conciencia.

Antes de que podamos ser conscientes de algo, sin embargo, hemos de prestarle atención.

La atención es mucho más que un mero tomar nota de los estímulos que llegan. Abarca diversos procesos, desde la filtración de las percepciones al equilibrado de percepciones múltiples y el asignarles significados emocionales.

Imagínese en una fiesta. Podrá atender a varios elementos de ese ambiente a la vez: pegar un trago mientras escucha a un amigo y observa a una colega suya que baila con un nuevo compañero. O podrá usted procesar los muchos estímulos por medio de, un filtro que permita que se cuelen los numerosos e insignificantes pedacillos del entorno y que le deje a usted con los trozos grandes y carnosos; podría concentrarse en el rostro y las palabras de su amigo, que está contando una anécdota cautivadora, y mientras parecería no oír las otras docenas de voces ni ver las demás imágenes visuales de la habitación. Combinaría además las percepciones la vista y el sonido, digamos- para identificar la noción abstracta de que quizá se esté fraguando una pelea en la otra punta de la habitación.

La intensidad con que usted atiende a esos estímulos estará determinada por cuánto interés o ansiedad sienta usted, o por el estado de alerta en que se encuentre. El proceso cognoscitivo de asignar una carga emocional a las percepciones afecta también a la atención. Si usted ha captado que puede que haya una pelea, su sistema límbico, que controla su reacción de luchar o escapar se asegurará de que su sistema de atención vigile el blanco hasta que la situación se haya resuelto. Si usted ve que de repente los posibles combatientes se dan la mano riendo, su sistema límbico sustraerá la valencia emocional que había asignado a la percepción. Su sistema de la atención se sentirá de nuevo con libertad de ignorar la situación, lo que ilustra un aspecto más de la atención: que el cerebro decide continuamente cuándo debe dejarse de prestar atención a algo. Por si todo esto no fuese bastante, el cerebro ha de atender además a los estímulos procedentes de dentro de sí mismo, los recuerdos y los pensamientos por ejemplo, así como los que le lleguen del cuerpo. La atención es un sistema complejo.

Los científicos han identificado cuatro componentes distintos en el sistema de la atención; juntos crean la capacidad general del cerebro de vigilar el entorno: vela, orientación motriz, detección de novedades y recompensa, y organización ejecutiva.

En el nivel más bajo de vigilancia, el tronco cerebral mantiene la suya; es el grado general de nuestra vela. En el siguiente nivel, gracias a los centros motores del cerebro podemos reorientar físicamente el cuerpo de manera que podamos redirigir nuestros sentidos inmediatamente hacia posibles nuevos villanos o nuevas fuentes de comida. El sistema límbico acomete a continuación la detección de novedades y la recompensa. Por último, la corteza -en especial los lóbulos frontales- toma el mando de acciones y reacciones e integra nuestra atención con los objetivos a corto y largo plazo. La excitación es la capacidad de aumentar de repente el grado de alerta, y se ha heredado de los días en que dormir hacía que se fuera especialmente vulnerable a los depredadores. Hoy en día, el miedo sigue siendo un buen excitador, aunque puede que lo susciten más unos plazos que vencen que el haber estado a punto de ser comido. Cuando el Homo sapiens aprendió a pensar con mayor abstracción, también las novedades procedentes de dentro, del foro de sus propios pensamientos, empezaron a suscitar excitación.

La excitación está controlada por el sistema activador reticular, que conecta los lóbulos frontales, el sistema límbico, el tronco cerebral y los órganos de los sentidos. La información procedente de los sentidos o los pensamientos puede excitarnos, y dependiendo del valor de la conmoción alertar al resto del circuito de la excitación. El hipocampo -que desempeña un papel fundamental en la memoria a largo plazo comunica también con el sistema de activación reticular. Con su almacén de conocimientos, el hipocampo es la estación de paso de nuestros recuerdos; puede comparar el presente con el pasado y por lo tanto vigilar bien los acontecimientos inéditos, bien los ordinarios. De esa forma, si el sistema activador reticular se conmociona con algo inofensivo, el hipocampo hace de filtro protector que conserva la energía del cerebro inhibiendo el sistema.

En la historia de la supervivencia el segundo paso obvio tras la conmoción es orientar el cuerpo y en concreto sus órganos sensoriales hacia el objeto novedoso en cuestión. Podemos así procesar la información nueva en un tiempo tan corto como sea posible, con lo que aumentan las posibilidades de que sobrevivamos. Como el sistema de excitación, la orientación motriz es básicamente involuntaria. No tenemos que pensar antes de que peguemos el oído, volvamos la cabeza, nos concentremos en el pitbull que se acerca o nos inclinemos sobre las tentadoras salsas para olerlas mejor. Lo hacemos sin esfuerzo y sin darnos cuenta.

Michael Posner y Steven Petersen, de la Universidad de Oregón, apuntan que la orientación motriz consta de tres pasos: desinteresarse; pasar a otra cosa; interesarse. Primero, la corteza parietal posterior nos ayuda a desengancharnos de un estímulo. Por ejemplo, si usted está mirando este libro y suena el teléfono, gracias a ella dejará usted de prestar visualmente atención al libro y su atención se desinteresará de él. Su cerebro puede ahora preparar sus rutas motrices para hacer algo nuevo. Luego, los ganglios basales y los circuitos parietales frontales de la atención desplazan el centro de la atención a los estímulos nuevos; en este caso le dirigen a usted a que mueva los ojos y los oídos (la cabeza) de manera que se centren en el teléfono. Finalmente, un grupo de neuronas del tálamo hace que la atención vuelva a interesarse; centran el cerebro en el estímulo nuevo e inhiben otros ruidos, y por lo tanto la distracción, gracias a lo cual puede usted coger el teléfono y concentrarse en el auricular.

Las lesiones de la corteza parietal posterior pueden causar un defecto clásico, el síndrome de Balint, en el que los pacientes son incapaces de atender a muchos objetos a la vez; los árboles no les dejan ver el bosque. La lesión limita la capacidad de quien la padece de desplazar su atención de una localización a otra, y quizá de una modalidad sensorial a otra. Los autistas comparten algunas de estas características.

Eric Courchesne, de la Universidad de California en San Diego, ha llevado esta idea más allá, y ha propuesto que un defecto congénito podría causar una incapacidad de desplazar la atención entre el comportamiento y las indicaciones sociales. Puede ser, por ejemplo, el problema de un niño que no puede desplazar sin brusquedad su atención del rostro de su madre a un árbol en la acera cuando su madre lo señala con el dedo. El niño no ajusta su comportamiento (la mirada) para seguir la indicación social de la madre. Esto podría ser un impedimento para que aprendiera a compartir socialmente y por lo tanto para que aprendiera las relaciones sociales. Se tratará más sobre este tema en el capítulo 8, «El cerebro social».

Una vez estamos excitados y orientados, interviene el sistema de recompensa y novedad, gobernado por la ruta mesolímbica (un grupo de neuronas que contienen dopamina), una de las regidoras fundamentales del sistema límbico. Este sistema es una parte inseparable no solo de la atención, sino de muchas otras funciones cerebrales, especialmente del cerebro emocional y del social.

Detectar novedades y buscar recompensa son las dos fuerzas primarias que dirigen la selección de dónde ponemos la atención. El sistema de la novedad toma nota de los estímulos nuevos. El sistema de recompensa produce sensaciones de placer y asigna un valor emocional a un estímulo, que además lo marca para la memoria. Si más tarde reaparece el mismo estímulo el recuerdo de esas emociones viscerales proporciona una respuesta, de la alegría al desagrado, que dirige a continuación al individuo a buscar un plan de acción. El sistema mesolímbico funciona también como uno de detección de novedades, sensible a los cambios de escena inesperados.

El nucleus accumbens desempeña un papel central en el sistema de recompensa. Este pequeño cúmulo de células se halla en el cerebro anterior y está bien conectado con la amígdala y otras partes del sistema límbico. Hace mucho que se sabe que es el centro principal de placer del cerebro. Es uno de los lugares que mayores cantidades de dopamina almacena en este, y es sensible a otros neurotransmisores de placer, como la serotonina y las endorfinas. Estas sustancias químicas son factores clave en las sensaciones de satisfacción, de estar recompensado y, por lo tanto, de la provisión de motivación.

Se ha estudiado ampliamente el nucleus accumbens. Por ejemplo, diversas drogas estimulantes adictivas, las anfetaminas, la cocaína, logran su efecto placentero cambiando la concentración de dopamina en este cúmulo celular. Muchos de los fármacos

primarios que se usan para tratar el THDA, entre ellos el Ritalin, la Dexedrina y el Cylert, aumentan también la concentración y potencian la actuación de la dopamina, que en esos casos permite a los pacientes de THDA mantener mejor la atención y completar sus tareas. En realidad, la mayoría de las sustancias adictivas, como el chocolate, el café, la nicotina y la marihuana, de las endorfinas externas, como la heroína, la morfina, el Percodan y el Dilaudid, y unos niveles moderados de estrés (a los que llamamos estimulación) incrementan la dopamina disponible en todo el sistema. Una zona clave de actuación es este pequeño grupo de células, el *nucleus accumbens*.

Los monos con lesiones en esa región son incapaces de mantener la atención, lo que les estorba cuando hacen tareas que no tienen una recompensa inmediata, así que la motivación queda afectada. Se puede ver THDA como una adicción al presente. Esos pacientes son a menudo impulsivos, les faltan inhibiciones y no pierden tiempo en actuar porque están enganchados a una retroalimentación inmediata. Suelen dar prioridad a las tareas según cuáles sean las que ofrezcan una gratificación más inmediata. El resultado es que tienden a no interrumpir lo que están haciendo para practicar destrezas o evaluar las consecuencias de sus acciones.

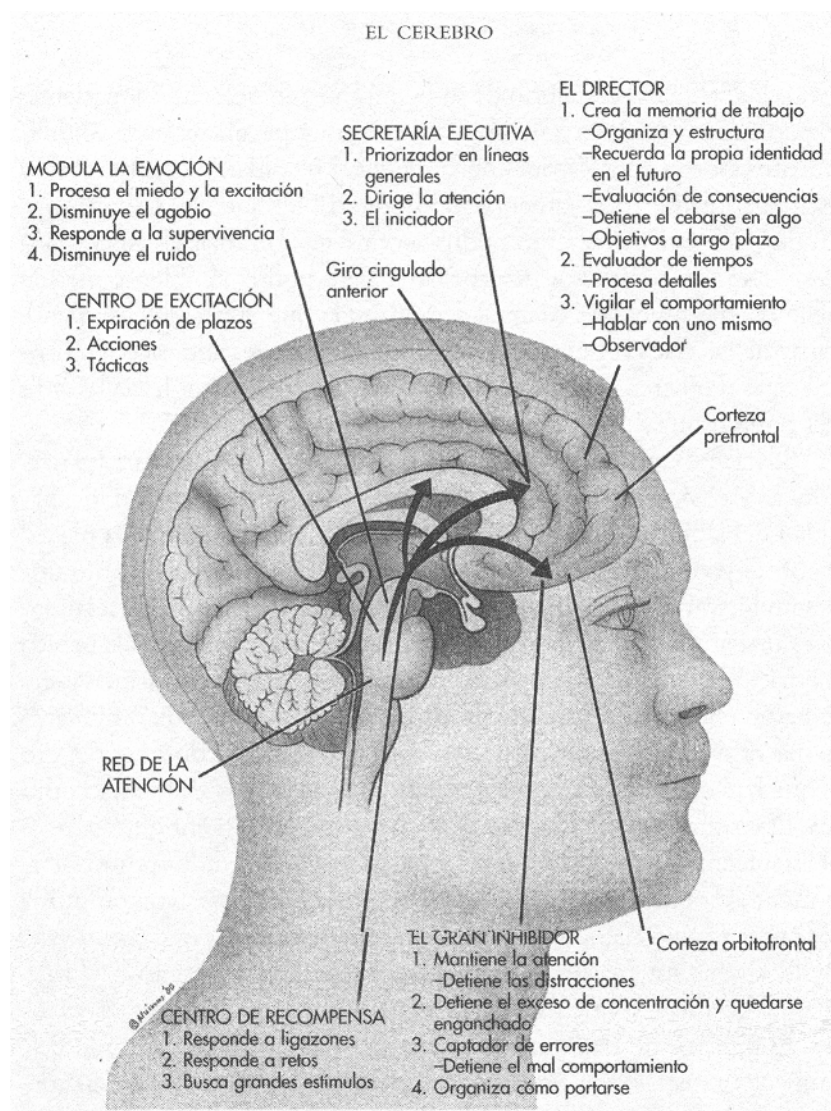
Por ejemplo, en los monos con lesiones el placer inmediato de comer un fruto seco pelado puede más que los beneficios, futuros pero mayores, de atesorar. La meta a largo plazo del atesoramiento, que en última instancia es más importante, no podía competir con el avasallador y desinhibido sistema de recompensa que instruye a los monos a que busquen el placer y se coman inmediatamente los cacahuets pelados. El sistema de recompensa, a su aire, impulsivo, ahogó las señales que indicaban qué era lo mejor para sobrevivir. La desinhibición se relaciona también con problemas de memoria; contribuye a la incapacidad de los monos de mantener objetivos a largo plazo.

Vemos los efectos de la dopamina en psiquiatría cuando usamos drogas antipsicóticas, como Thorazine y Haldol. Bloquean la actuación de la dopamina. En un paciente psicótico eso tiene un efecto calmante y ayuda a restaurar el equilibrio de su psiquismo. No obstante, los pacientes experimentan también a menudo efectos muy peculiares en sus movimientos. Son menos capaces de aprender y recordar, y con frecuencia están, de forma crónica, menos motivados. El bloqueo de la dopamina en una sola área del cerebro podría servir para controlar las alucinaciones y las ideas paranoicas descabelladas, pero podría también poner en peligro otras funciones cerebrales, de manera que el paciente es menos capaz de hacerse con su vida y tirar adelante. Agentes antipsicóticos más recientes prometen mucho porque parecen dirigirle mejor hacia las áreas del cerebro que se trastornan en la psicosis.

Se ha visto que muchas sustancias adictivas, como la nicotina, los narcóticos y el alcohol, perturban el *nucleus accumbens*. Tanto la incapacidad del adicto de evitar el consumo de drogas como la de la persona obsesiva compulsiva de refrenarse pueden interpretarse como una desinhibición del deseo. El sistema de novedad y recompensa defectuoso hace que al adicto y al obsesivo compulsivo les parezca que cada bebida o situación nuevas sean algo inédito y excitante, no importa cuántas veces se hayan encontrado con el estímulo. El cerebro obsesivo compulsivo desbarra aún más al tratar el acontecimiento inédito como un peligro al que hay que captar, limpiar, enmendar, comprobar o atender como sea. El resultado es un sentimiento constante de malestar que se carga el establecimiento de cualquier rutina diaria. Perseguidos por un sentimiento de que algo no está bien, los individuos obsesivo compulsivos buscan alivio comprobando los estímulos «nuevos» una y otra vez.

El cuarto sistema de atención la organización ejecutiva- rige nuestras acciones y vincula nuestra atención con objetivos cortos y largos. El director de esta función ejecutiva es el lóbulo frontal, que desempeña un papel importante en la capacidad de mantener la

atención porque bloquea los estímulos que no vienen a cuento. Gracias a él puede usted ignorar las demás conversaciones de la fiesta y podrá centrarse en lo que le cuenta su amigo. Los núcleos caudados y los ganglios basales, que están bien dentro de los lóbulos temporales, ayudan a filtrar el ruido interno y la estimulación indeseados, su inquietud, por ejemplo, en la fiesta por si sigue estando guapísimo.



EL SISTEMA DE LA ATENCIÓN Y SUS DISFUNCIONES. El sistema de la atención es complejo. Empieza en el centro de excitación en el tronco cerebral, atraviesa el sistema límbico y se interna en la corteza, para finalmente conectarse con la corteza frontal y la parietal.

Para que se entienda este sistema desde el punto de vista de un investigador de THDA, hemos juntado la neurogeografía con las imágenes clínicas. Así se pueden ver el sistema de la atención y los muchos problemas que pueden ser el resultado de una disfunción en las áreas identificadas aquí.

Los pacientes que tienen dañado el lóbulo frontal presentan una dificultad tremenda para mantener la concentración y bloquear los estímulos que no vienen al caso. El resultado es que quizá no le presten la atención debida a casi nada, y de ahí que decrezca mucho su preocupación por la conveniencia social de sus acciones o que su conducta se desinhiba por completo. Puede que exhiban una falta completa de excitación, un grado diverso de impulsividad y, de vez en cuando, un síndrome fascinante, la «dependencia ambiental, que hace que les atraigan irresistiblemente los estímulos

exteriores, con el resultado de que imiten compulsivamente el comportamiento de otros que estén a su alrededor. Otra deficiencia es una pérdida total de la curiosidad: algunos pacientes afectados en el lóbulo frontal dan la impresión de que carecen por completo del deseo de interactuar con el mundo que los rodea. Hay además cada vez más indicios de que puede que una incapacidad de regular la función del lóbulo frontal -de bloquear los estímulos que no vienen al caso- desempeñe un papel significativo en los síntomas de THDA.

Si el lóbulo frontal es el director de la función ejecutiva, el giro cingulado anterior es su secretario de Dirección. Esta región está activa cuando necesitamos una atención controlada, repartida, como cuando estamos escuchando al amigo en la fiesta mientras nos fijamos en el baile de nuestro colega. Nos dice además que olvidemos al uno y al otro y que prestemos mucha atención al otro lado de la habitación, donde captamos que puede que los posibles combatientes se enzarcen en una pelea.

Estas capacidades son considerables. En los viejos días de la cultura empresarial, la secretaria de dirección organizaba el día y la mesa del director, establecía prioridades entre las cosas que debía atender este y controlaba qué llamadas no previstas llegaban hasta él. De manera similar, el giro cingulado anterior decide a qué partes de la información sensorial hay que concederles la entrada en los lóbulos frontales y con cuáles hay que vérselas y durante cuánto tiempo y con cuánta energía. Etiqueta la información que entra con calificaciones que establecen cuáles deben trabajarse más y cuáles hay que olvidar, y asigna los recursos del lóbulo frontal en consecuencia.

Desde los años treinta las investigaciones han ligado el giro cingulado anterior a la atención, la emoción, la memoria, las respuestas somáticas y autónomas motrices, la motivación e incluso las reacciones ante los estímulos dolorosos. Una de las claves de su amplio poder es que puede regular sus propios niveles de dopamina, que incrementa la reactividad de las redes neuronales. Tiene también extensas conexiones neuronales con regiones de todo el cerebro, y así contribuye a regular otras regiones que intervienen en la atención. El complejo sistema de excitación, emoción y motivación que alimenta al sistema de la atención parece estar coordinado por medio del giro cingulado anterior.

ETIQUETAS EMOCIONALES

La señal emocional primaria que recibe el giro cingulado anterior viene de la amígdala, en el corazón del sistema límbico, que influye en la atención al asignar un significado emocional a la información que llega. Aun antes de que una percepción sensorial haya alcanzado los lóbulos frontales, donde entra en la aprehensión consciente y se le somete a una clasificación detallada por categorías, la amígdala la ha marcado ya con una cruda valencia emocional que caerá en algún punto de un continuo que va de moderadamente interesante a «¡Oh, Dios mío!». Activa el cuerpo y el resto del cerebro conforme a la importancia que le dé al estímulo desde el punto de vista de la supervivencia. Si el estímulo parece amenazador activará los centros de alerta del cerebro y notificará al sistema hormonal y al tronco cerebral que se preparen para la movida.

La amígdala proporciona un sesgo preconsciente, en forma de intensidad, a cada estímulo con el que se entre en contacto incluso antes de que usted le haya prestado realmente atención. Puede operar, y lo hace, fuera de la conciencia. Un ejemplo es su capacidad de prepararnos inmediatamente para huir cuando percibimos un ruido explosivo, mucho antes de que la corteza haya empezado a dar un sentido a ese ruido y a saber qué es. Quienes carecen de amígdala por una infección, un accidente vascular o

una extirpación quirúrgica tienen el que llamamos síndrome de Kluver-Bucy, un peculiar conjunto de síntomas, por el que se tiende a reaccionar a todos los estímulos del entorno sin discriminación o conocimiento de causa. Manifiestan también una señalada indiferencia hacia las personas y pierden el vínculo emocional con los familiares.

Al adelantarse a los acontecimientos, el etiquetado emocional que efectúa la amígdala sin consultar con nuestros recuerdos nos permite juzgar instantáneamente y responder a continuación al mundo. Si se considera que un estímulo es peligroso la amígdala le da más ímpetu al sistema de la atención para que la «excitación no decaiga». No obstante, las emociones fuertes pueden ser también un estorbo si nos llevan a prejuzgar el entorno. Por ejemplo, puede que quienes padecen una depresión no respondan a los intentos de otros de ayudarlos a sentirse optimistas porque no dejan de marcar los estímulos con la etiqueta «triste».

¿Cómo se produce el etiquetado límbico? Puede de nuevo que la dopamina sea la clave. Abunda en la amígdala, y se ha visto que tanto esta como el striatum, muy ligado a ella, que alberga al nucleus accumbens segregan dopamina como reacción a retribuciones placenteras o castigos penosos. Parece, en cambio, menos importante que la experiencia se registre como penosa o grata que la intensidad de la pena o del gozo. Así, se aprende a asociar emociones positivas o negativas a un acontecimiento.

A medida que vamos sabiendo más de las diversas regiones del cerebro estamos haciéndonos a la idea de que la atención no es una función de unos pocos «centros» del cerebro. La responsabilidad de la atención está diseminada. Hasta hay indicios, ahora, de que participa el cerebelo. De este se ha pensado siempre que intervenía solo en la coordinación de la función motriz. No obstante, se ha descubierto hace poco que es crucial para la coordinación y establecimiento de los tiempos de la función cognoscitiva; de esa forma pondría de su parte para que usted atienda al torrente de estímulos que recibirá cuando, de pronto, «despierte» y reaccione antes de salirse de la carretera.

EL PAPEL DE LOS NEUROTRANSMISORES

Las estructuras del sistema de la atención se valen de varios neurotransmisores, tal y como hace todo el cerebro. La serotonina y la norepinefrina son importantes, pero el sistema depende más que nada de la dopamina. Aunque el funcionamiento concreto de la dopamina sigue siendo hasta cierto punto un misterio, hay indicios de que tiene dos deberes que parecen chocar entre sí: disminuye el disparo espontáneo de las neuronas, lo que frena el ruido aleatorio, y además tiene un efecto despolarizador en las neuronas que hace que estén más dispuestas a dispararse. Por eso se le ha llamado el «neurotransmisor del aprendizaje».

El efecto despolarizador de la dopamina es especialmente interesante porque quizá represente un nexo entre las funciones de recompensa, detección de novedades y ejecutiva, y también entre el sistema global de la atención, el aprendizaje y la memoria. La dopamina intensifica el prolongado disparo químico de mensajes entre ellas y favorece una comunicación sin trabas entre las neuronas. Conceptualmente, esto tiene como consecuencia que se tenga la capacidad de formular conceptos nuevos mediante el establecimiento de nexos entre elementos de conocimiento viejos -recuerdos-, gracias a lo cual se identifica a los objetos inéditos como opuestos a los que antes se había encontrado en un entorno dado.

Puede que la dopamina sea el nexo entre las gratificadoras sensaciones de placer y la memoria a largo plazo. Ese «neurotransmisor del aprendizaje» podría ser también el nexo entre la recompensa motivadora y los sistemas motrices; los problemas con la memoria de trabajo (una forma de memoria a corto plazo) tienen una correlación elevada

con las carencias de dopamina; gracias a ella podemos conservar la continuidad en nuestra atención de un momento de nuestra vida diaria al siguiente.

EL EFECTO DE LOS GENES

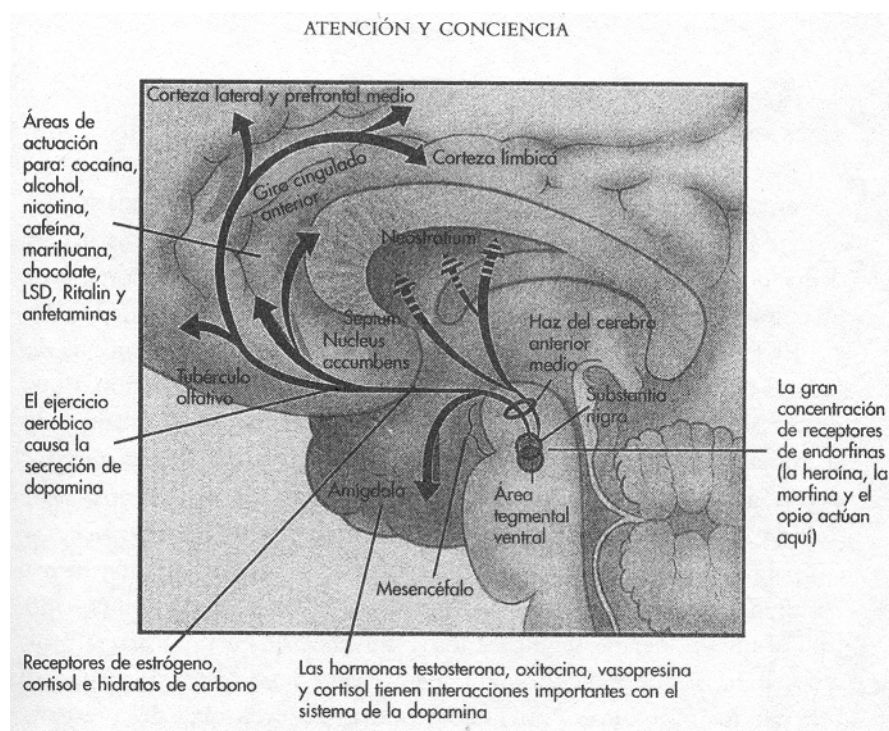
Vamos siendo más conscientes de que los genes desempeñan también un papel en la atención. Por ejemplo, el sistema de la atención incluye contribuciones claras de la dopamina, de las enzimas que la producen en las células nerviosas, de sus sitios de enlace en el lado postsináptico, de sus mecanismos de transporte, de su metabolismo. Cada uno de estos componentes tiene su propio gen, que guía la producción de las proteínas que intervienen en esas funciones. Uno de ellos, el gen del receptor D2R2, que codifica los receptores D2 en el sitio postsináptico de la dopamina que se concentra sobre todo en el área del sistema límbico, tiene un alelo, o gen alternativo, al que se ha asociado repetidas veces con una variedad de dolencias psiquiátricas como el alcoholismo, el THDA, el abuso de la cocaína, la adicción a la nicotina (o tabaquismo), la ludopatía y otras adicciones. Estos hallazgos siguen en pie, pero algunos estudios muestran ahora que hay una relación -es decir, una asociación, no una relación causal- entre los receptores D2 y problemas relativos a la recompensa y la atención. Se cree que una densidad anormalmente baja de receptores D2 en el nucleus accumbens reduce la capacidad del individuo de experimentar placer. Esa capacidad disminuida lo conducirá casi inevitablemente a buscar formas externas de gratificarse. En el transcurso de una vida, esa forma de proceder podría acabar fraguando en patrones patológicos de busca de gratificación, del abuso de drogas a las conquistas sexuales o a engancharse con el juego. Eso ha llevado al doctor Kenneth Blum, de la Universidad de Texas, y a otros a definir un síndrome nuevo, el «síndrome de la carencia de recompensa».

Reconocer que «basta» con la recompensa que se recibe es, en parte, una función de la memoria, y mantener la atención es la puerta de entrada a la codificación de los recuerdos. La dopamina tiene una importancia central tanto para la atención como para la recompensa. Más aún, sustancias como la nicotina, la cocaína, el chocolate, la marihuana, los hidratos de carbono y el alcohol aumentan el nivel de dopamina en el área deficiente, así que buscar e ingerir esas sustancias puede ser en parte un intento de compensar las diferencias en el nivel de dopamina entre los individuos. Esos niveles pueden incrementarse también siguiendo conductas de alto riesgo, o enfrentándose sin cesar a situaciones inéditas y que plantean problemas. Si uno se pone en peligro durante largo tiempo, escalando, digamos, una pared de roca o conduciendo a toda velocidad una moto todoterreno a través de bosques desconocidos, se exige al sistema de atención que permanezca en estado de alerta completa durante largos períodos de tiempo, lo que fuerza una secreción constante de dopamina.

Se ha visto que el alelo del D2R2, presente en solo de un 20% al 25 % de la población estadounidense, estaba en cambio en un 70 % de quienes padecían alcoholismo severo y morían de cirrosis hepática. Estos hallazgos, presentados al público en 1990, suscitaron mucha controversia en los medios, que inmediatamente concluyeron que se había descubierto el «gen del alcoholismo». Pese a la insistencia de los investigadores en que no habían encontrado un gen que «causase» el alcoholismo, una serie de estudios independientes reprodujeron el original a fin de investigar sus resultados. Aunque hasta ahora han ofrecido resultados variados, catorce los han refrendado.

Cuando se considera el alcoholismo como un trastorno complejo que afecta al cuerpo, los procesos de pensamiento y la conducta de una persona, parece muy improbable que un solo factor genético pueda ser su causa. Más bien, puede que tenga

que ver con la interacción de varios factores medioambientales con un grupo aberrante de genes. Cada uno de esos genes no tendría por sí solo el poder de causar el alcoholismo, pero el grupo, al actuar combinadamente, manifiesta una influencia genética mayor y aumenta la probabilidad de que se dé un comportamiento alcohólico. Hay también asociaciones con otros genes de la dopamina, como el de la busca de novedades, el gen del receptor D4. La noticia más apasionante quizá sea el hallazgo -obtenido por dos grupos de investigadores, cada uno por su cuenta (una rareza en la investigación de la genética del comportamiento)-, de que el alelo, o copia alternativa, del gen del transportador de la dopamina guarda una correlación significativa con que haya THDA en la familia. La importancia de este descubrimiento estriba en que en el tratamiento del THDA los estimulantes bloquean la acción del transportador de la dopamina. Parece, pues, que aquí se tiene a mano un fármaco que casa con un gen. No obstante, como sucede tan a menudo con las investigaciones que se tratan en este libro, estamos todavía en el primer peldaño de una escalera muy larga.



LA RUTA DE ADICCIÓN. El área tegmental ventral y la substancia nigra son las áreas clave del sistema de la dopamina, y en esta ilustración se ve dónde los muchos agentes y actividades adictivos desempeñan un papel en el mantenimiento y alteración del sistema de la atención/motivación.

Los indicios cada vez mayores relativos a los neurotransmisores y la genética van teniendo ya demasiado peso como para ignorarlos. No puede ya decirse sin más de quienes padecen el THDA y otras dolencias que afectan a la estimulación y a la desinhibición que son individuos «a los que les gustan la estimulación intensa». Más bien, ahora cabe decir de ellos que poseen un deseo genético y neuroquímico de potenciar el sistema dopamínico de sus cerebros. Se tiene la esperanza de que estos conocimientos abrirán la puerta a una nueva era de la medicina, y de la comprensión de las cosas.

EL TRASTORNO DE HIPERACTIVIDAD CON DÉFICIT DE LA ATENCIÓN

La verdad es que cualquier cosa que se dijese de la atención quedaría coja si no se hablase de la llamativa enfermedad asociada a ella: el trastorno del déficit de la atención (TDA), o como ha venido a denominarse con mayor precisión, trastorno de hiperactividad con déficit de la atención (THDA).

El THDA puede ser la consecuencia del mal funcionamiento de cualquiera de los cuatro componentes del sistema de la atención. Puede también tener que ver con problemas de la memoria de trabajo y de la excitación del lóbulo frontal. Más a menudo, los individuos que padecen el THDA andan escasos de las sensaciones emotivas de placer o dolor, y como resultado se esfuerzan por mantener el impulso necesario para acabar tareas importantes pero tediosas que solo tienen su recompensa tras un largo período de tiempo, como ir bien en el colegio para al final poder proseguir estudios universitarios o una carrera profesional. Igual que al alcohólico le parece que tiene que beber para sobrevivir, los individuos con THDA buscan la intensidad del presente porque sus sistemas de atención y de recompensa se alimentan con la persecución de placeres inmediatos. Este imperativo neurobiológico puede ser tan fuerte que pueda más que el consejo razonado de los lóbulos frontales, como el de que se consideren las consecuencias de perseguir un amor imposible.

La falta de capacidad de escuchar el consejo de los lóbulos frontales, o de consultar de forma apropiada la memoria cuando hay que decidir sobre acciones relativas a la obtención de estímulos, asocia también el THDA con varios trastornos que no parece que guarden relación entre sí, como la adicción a las drogas, la agresividad, la depresión, los tics, la ansiedad y la incapacidad de aprender.

Considérela en el caso de un paciente, Jeff, de veintisiete años, que ha intentado controlar su adicción a las drogas desde la adolescencia. Tanto su padre como su madre habían tenido problemas con el tabaco y con la bebida, y Jeff empezó a fumar a los once años y a beber a los catorce. A lo largo de los años asistió a varios «programas en doce pasos», incluidos grupos contra los excesos con el alcohol y la marihuana. Siguió también la «hipótesis de la automedicación» de Edward Khanti_zar, y se entregó a grandes dosis intercambiables de ejercicio, alcohol, marihuana, cocaína, atracones de comida, esquí temerario, baloncesto, fútbol, cafeína y nicotina a lo largo de su vida. En la universidad solo podía obtener la atención necesaria para acabar los trabajos mediante el estrés de dejar siempre las cosas para otro día y de esnifar cocaína.

Jeff tenía, sin duda, ventajas en su vida. Su cociente intelectual era altísimo. Sus padres, profesores de universidad, alentaron su desarrollo intelectual y lo mandaron a una escuela preparatoria -una escuela privada donde se está hasta la pubertad- de alto nivel. Con todo, experimentó las mayores dificultades en cada institución educativa por la que pasó. Perezoso siempre, hacía sus deberes solo de vez en cuando, y se organizaba mal. En los libros de curso se le elegía siempre como «payaso de la clase» o «el chico malo». Aunque era guapo, nunca pudo mantener durante mucho tiempo una relación de pareja que significase algo. Por desgracia, aunque los parientes estaban de acuerdo en que Jeff tenía claramente un trastorno de la atención, la terapia se limitó una y otra vez a sus excesos con las drogas. Incapaz de desarrollar o expresar de verdad su potencial académico, muchos de sus maestros lo tachaban de narcisista, vago, caprichoso e incluso de «crío echado a perder». Durante buena parte de su vida Jeff sufrió de una pobre autoestima.

Esta pequeña historia ilustra no solo la estrecha relación que hay entre el THDA y la conducta adictiva o la que busca emociones fuertes, sino también la facilidad con que la gente impone con dureza etiquetas críticas a las personas sin tener en cuenta la fuerza

que impulsa ese comportamiento reprochable. Las acciones de Jeff dimanaban claramente de un entramado de problemas con los sistemas de atención, motivación y recompensa de su cerebro. Por desgracia, los que le criticaban reducían su caso a un solo comportamiento aberrante en el contexto, cada vez, de un solo incidente aberrante, por el que lo juzgaban. Esta manera de enfocar las cosas no únicamente es degradante, también es ineficaz. La desinhibición de Jeff, quizá, estaba causada por su trastorno de atención, que a su vez contribuía a su pobre motivación para acabar las tareas escolares, banales pero necesarias. Los comentarios negativos de los maestros o compañeros contribuyeron a su poco aprecio por sí mismo y echaban abajo las esperanzas de una mejora. Aún más importante, que consumiese drogas parecía guardar una relación directa con sus problemas con la atención y la motivación. Jeff había afirmado explícita y repetidamente que las drogas le ayudaban a «centrarse». En la universidad recurría con regularidad a la cocaína para acabar un trabajo. ¡Toda una pista!

Durante cierto tiempo se había estado sugiriendo que se considerase al THDA un trastorno de déficit de la motivación. Pero solo hace poco, gracias a nuestros conocimientos cada vez mayores del sistema de la dopamina, ha habido pruebas neuroquímicas que muestran que el THDA es realmente un déficit de la motivación o, hablando más técnicamente, un síndrome de deficiencia de la recompensa, resultante de una carencia de neurotransmisores de placer, sobre todo de la dopamina, pero también de la serotonina y las endorfinas, en los sistemas de recompensa del cerebro. El THDA no es el único ejemplo de síndrome de deficiencia de la recompensa; lo son también el alcoholismo, el tabaquismo y el síndrome de Tourette. Los déficit de la atención no se deben a que una u otra área no esté en condiciones, sino a que el sistema entero está desregulado. El sistema de la atención tiene muchas partes y todas colaboran; un problema en un área afectará a su funcionamiento completo. El déficit afecta a todo el sistema. Puede que tenga un lugar común de descanso resaltado por nuestros caprichosos escáneres y tests, y puede que sea el adormecido ejecutivo; pero al sistema entero lo mueve la dopamina, y es el sistema entero lo que está desregulado.

Como resultado de esas deficiencias, los individuos con deficiencia de la recompensa pueden ser más propensos a dejarse tentar por las actividades que potencian la dopamina, entre ellas los excesos en el consumo de sustancias y otros riesgos adictivos. Parece que muchas actividades ligadas a las drogas y a las emociones consiguen sus efectos placenteros y adictivos al inducir una secreción excesiva de dopamina en el hipocampo y en el nucleus accumbens. Lo confirman los estudios sobre la adicción, que se remontan a los años ochenta, que descubrieron que los bloqueadores de la dopamina reducen el placer de los estimulantes porque inhiben los receptores de dopamina.

Estas ideas explican el uso de medicaciones dopaminérgicas como el Ritalin, la Dexedrina y el Cylert en el tratamiento del THDA. Su actuación consiste tanto en excitar los receptores presinápticos de la dopamina como en inhibir las moléculas que limpian las sinapsis de este neurotransmisor. El antidepresivo Wellbutrin, que también se emplea con el THDA, aumenta de manera similar los niveles de dopamina en el cerebro.

Hay otro nexo entre los síndromes de deficiencia de la recompensa y el déficit de motivación: la desinhibición. Los individuos que sufren síndromes de deficiencia de la recompensa tienen dificultades en inhibir el interés por acciones sin importancia que gratifican inmediatamente pero interfieren con sus metas a largo plazo; por ejemplo, un estudiante que se salta las clases pese a que quiere tener un título. La distracción ligada al THDA es como la falta de motivación del adicto para abstenerse. En realidad, puede que la adicción, que es la suma del déficit de motivación y de la desinhibición, sea el factor común que se esconde tras todos los síndromes de deficiencia de la recompensa.

Hasta los primeros estudios parece que refrendan que la adicción es un problema de inhibición. Por la misma razón, el individuo con THDA desinhibido o adicto carece de la motivación suficiente para abstenerse de una actividad contraproducente.

Un aspecto diferente, pero que con la misma frecuencia se entiende erróneamente, es la parte de hiperactividad del trastorno. Paradójicamente, la hiperactividad no es debido a un movimiento excesivo sino a un problema con la inhibición. Unos movimientos más rápidos no se deben a otra cosa que a unos buenos reflejos o quizá a unos músculos bien entrenados, atléticos. El problema es la desinhibición, que hace que los individuos con el THDA dediquen menos tiempo a analizar una situación antes de actuar y ponerse a sí mismos sobre aviso de que es un error lo que van a hacer. Por ejemplo, las pruebas en que destellan imágenes en una pantalla de ordenador arrojan que los tiempos de reacción de quienes tienen el THDA no son menores que los de los demás, y son, de hecho, más lentos cuando una señal les pide que inhiban una reacción.

Los individuos con THDA son propensos a dejarse distraer por las novedades, especialmente por las actividades de búsqueda de emociones que gratifican de inmediato y tienden a hacer perder un tiempo que podría haberse empleado en obtener los beneficios mayores de una meta a largo plazo. Las tareas verdaderamente valiosas - como estudiar para el examen de matemáticas en el instituto en vez de hacer carreras de coches en el aparcamiento- suelen ignorarse sencillamente porque no puede tenerse la recompensa en la cabeza el tiempo suficiente.

¿QUÉ ES LA CONCIENCIA?

Funcione sin fricciones o no, el propósito final de nuestro sistema de atención es ayudar a nuestros cerebros a sintonizar con el mundo, incluidas nuestras propias mentes. La sintonización abre la puerta al aspecto más , fascinante de nuestras vidas: la conciencia.

A la gente le encanta debatir sobre la conciencia. Considerando que no sabemos qué es o cómo funciona, el fervor con que se debate sobre ella puede que sea enojosamente presuntuoso. La exploración de la consciencia abarca muchos campos: filosofía, psicología, psiquiatría, neurología, biología y física cuántica. Da ánimos que, en esta época de hiperespecialización, se esté abordando la conciencia desde todos los ángulos. El problema que aqueja a cualquier materia interdisciplinaria, sin embargo, es que a los expertos de un campo puede parecerles que está justificado despreciar las críticas de los expertos de otro. Por ahora, ¡ay!, esto es lo mejor que podemos hacer.

Hay una gran comparación la he usado ya antes- que resulta útil cuando hay que pensar en la conciencia: con una orquesta sinfónica. En cualquier momento el cerebro está recibiendo y generando todo tipo de señales. Como los músicos que afinan ante el público, las señales son constantes, pero aleatorias. No obstante, cuando el director golpea la batuta en el atril, los músicos prestan de pronto atención. Cuando marca el primer tiempo, crean súbitamente señales con una armonía maravillosa. Los músicos, al cooperar, crean conciencia.

Puede contrastarse esta comparación teniendo en cuenta algunas experiencias que nos son familiares. Cuando dormimos, el director descansa. Sin su dirección, algunos músicos dejan de tocar: la vista y la razón se desconectan. Otros siguen tocando suavemente en el fondo: la respiración y digestión. De vez en cuando, sin embargo, algunos músicos tocan unas notas al azar que durante breves lapsos suenan como algo parecido a una canción: los sueños. Pero sin el director la canción se descompone enseguida.

¿Y si alguien se queda inconsciente al caerse, digamos, de espaldas cuando patinaba y darse de cabeza con el hielo? El golpe conmociona físicamente al director y a los músicos, y les es imposible emitir las notas correctas o coordinarse. La canción se para hasta que el director y los músicos pueden restaurar el orden y proseguir lo que estaban haciendo. Unas lesiones demasiado graves por un mal golpe o demasiado alcohol pueden dejar a una persona en coma. En ese caso los músicos están heridos y no pueden arreglarse para tocar de nuevo. Si son bastantes los heridos, la orquesta no podrá ya hacer que suene la canción. Solo si se curan -o si los sustituyen otros músicos- podrán volver en sí.

ATENCIÓN, MEMORIA Y CONCIENCIA

Como técnicos de luces que dirigiesen un potente foco sobre distintos personajes en una obra de Shakespeare, la mayoría de los seres humanos puede manejar Fácilmente su propio centro de atención. De manera simplista, puede decirse que cuando giramos el haz de nuestra atención sobre algo, somos conscientes de ese algo. Los objetos que están por fuera de la periferia pierden los rasgos que los definen y salen de nuestra conciencia.

Que sigamos prestándole atención a nuestro entorno y que, por lo tanto, sigamos siendo conscientes de él de un minuto al siguiente depende también de la memoria de trabajo, que hace que nuestra atención tire adelante. Atención, memoria y conciencia se suman para darnos la cognición de orden superior. Un lapso de atención deficiente, el culpable del THDA, puede hacer que la vida parezca incomprensible, indistinta, y, en efecto, muchos pacientes con el THDA dicen de su experiencia consciente que es un borrón, o que está llena de estática.

Pero ¿cómo desplazamos el foco de nuestra atención de un objeto o pensamiento al siguiente? Según Paul Churchland, profesor de filosofía de la Universidad de California en San Diego, impulsa esa capacidad la relación entre la memoria de trabajo y la de largo plazo. La memoria de trabajo es una parte considerable del funcionamiento ejecutivo de la corteza prefrontal. Los sistemas que se encargan de la memoria de trabajo están en el lóbulo frontal, justo delante de las áreas que se ocupan de movimientos y procesos. Retienen datos, motivaciones e ideas en la mente un rato y cuentan luego con la memoria a largo plazo para codificar la información en el hipocampo y en otras partes de la corteza.

La memoria de trabajo retiene cantidades pequeñas de información durante unos segundos. Gracias a ella recordamos un número de teléfono sacado de la guía el tiempo suficiente para marcarlo en el teléfono. Si no repetimos mentalmente la información perderemos el contenido de la memoria de trabajo en unos segundos. La información guardada en la memoria a largo plazo, en cambio, sigue siendo fiable durante períodos largos. Nos valemos de la memoria de trabajo para conceptualizar inmediatamente las cosas que ocurren y la memoria a largo plazo para dirigir el presente y planear el futuro. La memoria de trabajo es la RAM, o memoria de acceso rápido, del cerebro, y se parece un tanto a su análoga en los ordenadores. Nuestros cerebros, tal y como los ordenadores, necesitan un sitio donde puedan guardar y manipular muchas cosas; así podremos procesarlas, evaluarlas, ensayarlas, tomar decisiones sobre ellas. En cierto sentido, podemos ejecutar programas que actúan sobre la información contenida en nuestra memoria de trabajo.

Las primeras teorías de la cognición fracasaron porque explicaban la conciencia teniendo en cuenta solo la memoria a largo plazo. Sostenían que los datos sensoriales que entran en el cerebro son entregados en cierto momento a los procesadores de la

memoria a largo plazo, que intentan darles un sentido buscando una información que case con lo que el cerebro ya sabe.

En este modelo, unos datos sensoriales correspondientes a tener cuatro patas, color marrón y una forma angulosa se introducen en la memoria a largo plazo y comparan con los datos que ya estaban almacenados allí. Identificamos el objeto como una silla. Sin embargo, la experiencia que se tiene de una silla no acaba generalmente en su mera identificación. Quizá recuerde usted aquella vez en que, de niño, se dio un golpe en la rodilla contra el respaldo de una silla. O quizá le venga a la memoria un recuerdo más reciente, de ayer, cuando se sentó en esa misma silla y se sintió incómodo porque el asiento era duro.

La crítica de las teorías de «alimentación hacia delante» dice que pasan por alto el papel crucial de la memoria de trabajo. Con esa corriente en una sola dirección, sus pensamientos actuales no tendrían forma de influir en sus acciones futuras o inmediatas. Si usted recuerda la dureza de aquella silla, seguramente no querrá sentarse en ella de nuevo hoy, pero puede que pese a ello lo haga porque es consciente de que tiene las piernas cansadas. Sin la memoria de trabajo, este patrón de pensamiento y plan de acción no sería posible. Las memorias a corto y largo plazo son ambas necesarias para la conciencia.

Este modelo es también útil porque explica que tendamos a centrarnos intensamente en una porción minúscula de nuestro entorno y dejemos en paz lo demás en el fondo. Al concentrarse usted en este texto, no se percata en absoluto de la ligera presión que sus zapatos le causan a sus pies, hasta que usted se fija en esa percepción. Prevalece su interés en el libro, facilitado por la memoria de trabajo, mientras que la sensación en sus pies -aunque es igualmente perceptible- se pierde en el fondo, adonde la deja ir el recuerdo a largo plazo de que esa percepción no importa mucho.

Gracias a la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo damos prioridad a unos estímulos en vez de a otros; los menos importantes circulan por el fondo, pero están listos para que se los llame a un primer plano. De esta forma, una madre que se preocupa por su hijo enfermo, que está en el cuarto de al lado, puede sentarse en su sofá a leer este libro sin tener que estar pensando constantemente en si su niño está bien, sin por ello dejar de estar preparada a pegar un salto si se pone de pronto a llorar. Es así porque los pensamientos pasados de la madre acerca de su hijo enfermo han preparado «los recuerdos futuros» de este pensamiento: «Tengo que estar alerta a los sonidos que indiquen que está llorando». Aunque esos recuerdos futuros puede que nunca adquieran la categoría de pensamientos conscientes la madre seguramente no se dirá a sí misma: «tengo que estar alerta a los sonidos que indiquen que está llorando»-, los recuerdos pasados de ese estado energizado la ponen en disposición de prestar inmediatamente atención a un llanto en cuanto lo oiga.

La importancia de los sistemas de memoria para la conciencia queda especialmente clara cuando la memoria funciona de manera deficiente. De un trauma de la memoria o de factores artificiales, las drogas por ejemplo, que afecten a la memoria, se siguen a menudo cambios muy singulares en cómo se percata consciente o inconscientemente de las cosas el individuo. Un ejemplo fascinante de quiebras de la conciencia debidas a problemas de la memoria lo constituyen los anestesiados en una operación. Se ha dado siempre por sentado que un paciente inconsciente no puede percibir información alguna relativa a su entorno; por eso, los cirujanos no tenían cuidado con los comentarios que hacían acerca de los pacientes a los que operaban. Pero a partir de 1964 D. B. Cheek, de la Universidad de California en San Francisco, estudió a pacientes que habían sufrido una operación y tenido problemas con sus cirujanos antes de esta. Los pacientes habían recibido durante la anestesia comentarios desagradables de sus cirujanos. Cheek vio que

algunos podían, hipnotizados, recordar las conversaciones de sus cirujanos al pie de la letra.

En 1965 Levinson escenificó crisis ficticias en las operaciones de un determinado número de pacientes; los cirujanos decían que las cosas estaban yendo mal y que el paciente podía morir. Cuando se les preguntaba por sus experiencias en la mesa del quirófano, algunos pacientes sentían una extrema inquietud. Otros estudios comprobaron los efectos de que a los pacientes anestesiados se les dijese que su recuperación postoperatoria iba a ser rápida. Esos individuos pasaban realmente menos tiempo en el hospital que los pacientes a los que no se les daban esas indicaciones positivas.

Juntos, estos estudios muestran que los intentos de distinguir claramente entre la atención y la conciencia están plagados de dificultades. La mayoría diría que los anestesiados están «inconscientes», y ciertamente no están «prestando atención», y sin embargo, sí pueden oír conversaciones, recordarlas e incluso repetirlas. Podemos saber y recordar cosas aun sin haber estado prestándoles atención, o sin ser siquiera «conscientes» de ellas.

LA DIRECCIÓN DE LA ORQUESTA

Más que describir a los anestesiados como inconscientes, sería mejor decir que su estado cerebral está alterado. Todos los días experimentamos dos estados cerebrales la vigilia y el sueño-, y a veces otros, de la ebriedad al trance. La atención, la memoria y la conciencia colaboran para crear estados diferentes.

Está claro que predomina nuestro estado de vigilia. Le sigue el sueño. ¿Qué pasa cuando dormimos y no centramos activamente el foco de nuestra atención? ¿Qué hacen nuestros cerebros cuando estamos en ese estado «inconsciente»? Por medio de las técnicas modernas de toma de imágenes varios científicos han fisgoneado la actividad cerebral de las neuronas del cerebro en ese estado. Lo que han hallado es una revelación para la explicación de la consciencia. Tanto durante la vigilia como durante el sueño hay un murmullo incesante en la corteza. Las neuronas interaccionan constantemente entre sí aun cuando no se las esté llamando a realizar una tarea concreta. Ese «ruido» no es aleatorio, sin embargo. Se debe a Rodolfo Llinás, de la Universidad de Nueva York, el notable descubrimiento de que todas las áreas de la corteza emiten un nivel constante de ruido, u oscilación, a una frecuencia de 40 ciclos por segundo (40 Hz). Además, algunas áreas de la corteza, que zumban a 40 Hz, lo hacen con coincidencia de fase, es decir, sus ondas sonoras oscilan al unísono; marcan los mismos tiempos. ¿Cómo puede pasar algo así a escala tan amplia? Llinás, Churchland y otros sugieren que las neuronas actúan sincronizadamente porque siguen a una especie de director en el cerebro.

Los primeros candidatos para el puesto de director son los muchos núcleos intralaminares, que están situados en las profundidades del tálamo. Reciben y extienden largos axones a muchas áreas del cerebro. Toman información, le dan respuesta y vigilan la reacción de las neuronas a esta, con lo que se crea un elaborado lazo de realimentación. La información que va y viene entre los núcleos intralaminares y el resto del cerebro se modula a sí misma y establece un lazo regular de actividad eléctrica que oscila a un ritmo sincronizado de 40 Hz.

Como podríamos esperar, en la vigilia hay grandes estallidos de actividad eléctrica en cada región del cerebro, al margen de la oscilación constante a 40 Hz. Los estallidos guardan correlación con los cambios de nuestro entorno y actividad. Mientras dormimos y no tenemos sueños los núcleos intralaminares están inactivos; no hay oscilación de 40 Hz. Pero cuando durmiendo tenemos un sueño (fase REM), vuelve el zumbido de fondo de 40 Hz y le acompaña de nuevo una potente actividad regional, parecida a la que tiene

lugar durante la vigilia. Una multitud de neuronas que actúan con el piloto automático crean imágenes, solo que están menos constreñidas a falta de señales sensoriales, y le llenan de imágenes e historias fantásticas mientras hacen por dar un sentido a lo sucedido en el día y almacenarlo, pero al revés de lo que pasa en la vigilia, los estallidos no guardan ninguna correlación con los cambios del entorno del durmiente, ni siquiera con el ruido moderado creado deliberadamente por los investigadores o con que lo muevan con suavidad. Al soñar la corteza se activa exclusivamente desde dentro.

Estos hallazgos han proporcionado fuertes indicios acerca de cómo logra el cerebro que percibamos un mundo externo unificado. Es todo un problema, porque nuestros cerebros registran cada señal sensorial que le llega (olores, vistas o sonidos) por separado, mientras que las señales internas, los pensamientos por ejemplo, vienen de cualquier parte del cerebro. La pregunta, entonces, es: ¿dónde se encuentran todos esos datos en el cerebro para crear una historia significativa de un suceso? Es decir, ¿adónde van en el cerebro las señales sensoriales para convertirse en una experiencia sensible?

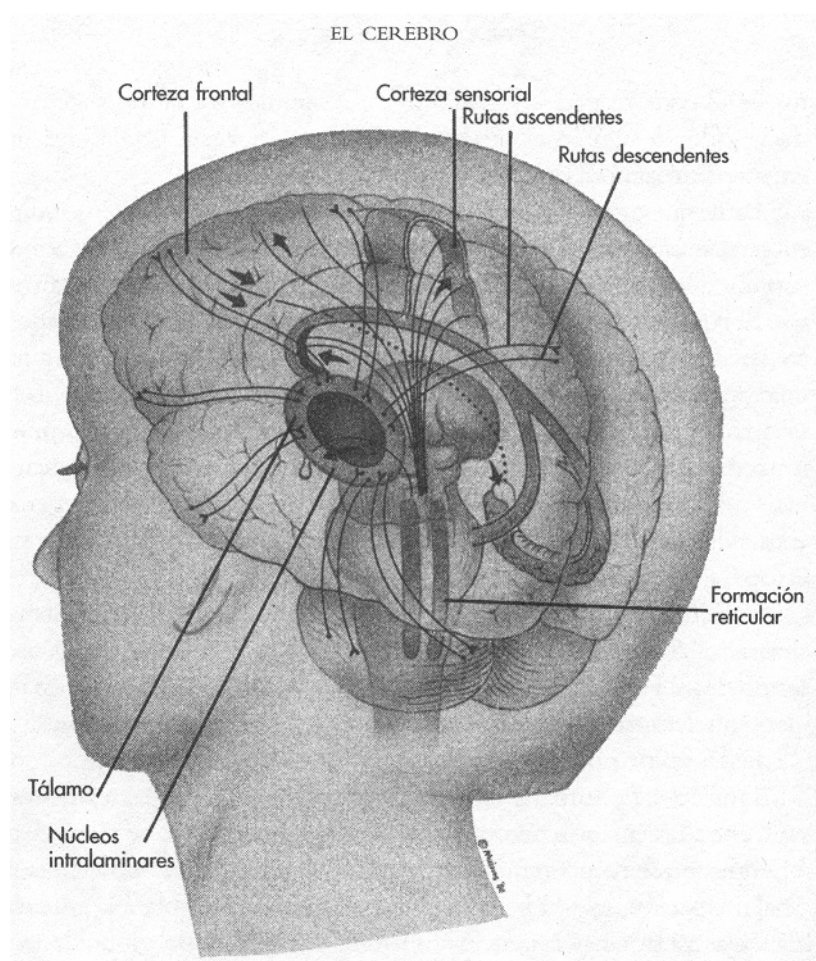
La respuesta es: a ninguna parte y a todas, pero los núcleos intralaminares son una parte crucial del sistema. Las miríadas de señales son los sonidos que la orquesta hace mientras los músicos afinan los instrumentos. El ruido es una cacofonía hasta que el director marca los tiempos y las señales se sincronizan. En adelante permanecerán juntos siempre y cuando el director les siga marcando los tiempos, la oscilación de 40 Hz generada por los núcleos intralaminares. Solo cuando el director puede sincronizar las redes neuronales del cerebro adquirimos nosotros conciencia. Cuando esto pasa con suficientes redes, las oscilaciones se ordenan. Extienden su influencia, se le unen más redes y la conciencia surge y se ensancha.

Volvamos a la comparación con la orquesta. Dije que cuando estamos dormidos el director descansa. Las investigaciones muestran que la oscilación de 40 Hz desaparece cuando estamos dormidos. En efecto, los núcleos intralaminares descansan, y no hay nada que coordine a los músicos. Si un golpe nos deja inconscientes, derriba tanto al director como a los músicos. Perturba la sincronía eléctrica del lazo de retroalimentación entre los circuitos neuronales del cerebro, y el sistema se viene abajo. Mientras no se recuperen los núcleos intralaminares y no pongan la retroalimentación de 40 Hz de nuevo, el cerebro no recobrará la conciencia. Vistas así las cosas, la conciencia misma es el sostén del zumbido eléctrico de 40 Hz que hay entre los circuitos eléctricos del cerebro.

Las investigaciones muestran también que si los núcleos intralaminares están dañados la persona entra en un coma profundo e irreversible. Si solo está afectado un hemisferio, el individuo no queda comatoso, pero no tiene ya conciencia de la mitad de su cuerpo. No percibe lo que pasa en un lado de su campo visual, y aunque puede que tenga paralizado todo un lado del cuerpo, impresionará ver que no es capaz de percibirlo y a menudo negará tajantemente que esté incapacitado en absoluto. Hay pacientes que hasta niegan que los miembros paralizados sean suyos.

EL MARGEN

Aunque la metáfora del foco, aplicada a la atención, y la de la orquesta, a la conciencia, nos ayudan a tener una comprensión mucho mayor, el cuento no acaba ahí. En grados diversos, nos percatamos también, y pensamos en, lo que pasa justo afuera del borde del haz del foco, en la zona que William James llamaba «el margen». No es que esas acciones sean confusas; es que no atraen nuestra atención directa.



CONCIENCIA. Una de las explicaciones más atractivas de la conciencia es la propuesta de que la red recurrente que se establece entre el tálamo y la corteza es la neurología de la conciencia. El tálamo está conectado con la corteza por los núcleos intralaminares, que extienden largos axones a todas las áreas de los hemisferios cerebrales. Estas áreas, a su vez, devuelven extensiones a esos mismos núcleos intralaminares, y cuando este circuito zumba con una oscilación constante puede que el resultado sea la conciencia.

Esta idea se extiende a un nivel más complejo, donde se tocan la atención física y la mental. De la vista y la textura de una pelota de béisbol que sostiene en la mano se percata usted físicamente, pero también de la sensación de familiaridad o de la agradable expectativa de anotarse un punto. En palabras de James, su sentido del béisbol está en el foco de su conciencia, y lo que está anticipando pertenece al margen. Otros ejemplos en que nos percatamos del margen son el trasfondo emocional, la sensación de que se sabe algo, la de que se va por el buen camino, la de tener un nombre en la punta de la lengua. Puede que el margen sea donde evaluamos la relación que hay entre lo que está en el haz de nuestro foco y nuestros objetivos e intereses actuales.

Tanto lo que se refiere al foco como lo que se refiere a la atención y a la conciencia son cruciales para nuestras experiencias. Un caso en que se pierde la aprehensión del borde es el de la «vista ciega». Una persona que la padezca no podrá «ver» los objetos con claridad, por ejemplo una bola que rueda silenciosamente ante ella por culpa de una lesión en la corteza visual primaria. Pero si se le insiste en que se haga una idea de dónde está la bola la señalará correctamente, con una precisión razonable, y podrá determinar también cómo rueda. No obstante, pese a que tiene cierta capacidad de procesamiento visual, una persona así no experimenta la sensación de estar viendo nada en el campo visual. Si se le pregunta a una individuo que padece de vista ciega que qué

ve, no será raro que diga que no ve nada. El investigador tendrá casi que obligarlo a señalar dónde piensa que podría estar el objeto. Cuando lo «adivina» correctamente, muestra el asombro más auténtico. Parece que la información visual absorbida en la vista ciega no llega nunca a la categoría de información consciente. No se procesa en la corteza visual primaria, pero partes marginales del sistema de señales visuales deben captarla. Este tipo de disociación proporciona pruebas de que el cerebro tiene una capacidad «inconsciente» que contribuye a las percepciones y al comportamiento. Para la mayoría, los sistemas consciente e inconsciente están inextricablemente ligados, pero en el caso de la vista ciega el procesamiento visual consciente e inconsciente están disociados. Puede que sean las capacidades inconscientes las que hacen que nos percatemos de las cosas que pasan en el margen. No se sabe cómo colaboran las capacidades consciente e inconsciente. Algunos investigadores piensan que esa colaboración se debe al procesamiento entre los dos hemisferios del cerebro. Dan un indicio de esto los pacientes cuyo corpus callosum, el haz de nervios por el que discurre el tráfico entre los hemisferios, se ha cortado para tratar una epilepsia severa. Suelen tener experiencias disociativas tras sus operaciones. Como el hemisferio izquierdo controla el lado derecho del cuerpo y viceversa, la información sensorial que llega ha perdido su puente entre los dos. Ni uno ni el otro lado del cuerpo puede saber qué experimenta el otro. Este problema se complica porque, en la mayoría de las personas, el lenguaje es una herramienta sobre todo del hemisferio izquierdo, y así la información que entra en el hemisferio derecho desde el lado izquierdo del cuerpo no puede ser expresada por el lenguaje.

Victor Mark, investigador del cerebro escindido, ha contado la suerte que corrió una joven. Tenía una diplomatura universitaria y trabajaba como oficinista, pero a sus treinta y tres años padecía ataques epilépticos tan graves que los médicos decidieron cortar su corpus callosum. Fue espectacular la disminución de los ataques.

Durante la rehabilitación, sin embargo, le surgieron de pronto problemas inusuales. En una prueba se le preguntaba si tenía dormida la mano izquierda. Le pedían que respondiese señalando, bien a un pedazo de papel que llevaba escrito un «no», bien a otro que llevaba un «sí». Su cuerpo no estaba dormido, y la mano izquierda respondía dándole un manotazo al «no», pero la derecha señaló el «sí». Es comprensible que se turbase e «intentase repetida y furiosamente indicar la respuesta que creía era la "correcta"». Por último, la mano izquierda obligó a la derecha a quedarse aparte y tapó el «sí».

¿Por qué pasaba esto? Parece que los dos hemisferios del cerebro de esa mujer evaluaban de manera diferente el mundo y querían expresar opiniones contradictorias. Una parte de ella creía firmemente que la mano izquierda estaba dormida, la otra no. Más en concreto, el hemisferio derecho, que estaba conectado con el lado izquierdo del cuerpo, sabía que la mano izquierda no estaba dormida. Sin embargo, el hemisferio derecho no tenía manera de enviar este conocimiento a la aprehensión consciente de la paciente porque no disponía de la capacidad lingüística del hemisferio izquierdo. Como el hemisferio izquierdo carecía de conexiones con la mano izquierda y de la aprehensión del hemisferio derecho, no sentía nada que se refiriese a la mano izquierda y concluyó, por lo tanto, que estaba dormida. El giro interesante, no obstante, es que aunque el hemisferio derecho carecía de voz, no por eso dejó de intentar indicar lo que sabía, que la mano izquierda no estaba dormida, señalando el «no». El resultado fue que la paciente se sintió desgarrada.

El trauma emocional de esta mujer fue grande. Escribe Mark: Pese a sus intentos de corregirse, le costaba muchísimo aceptar lo que acababa de decir o indicar, y a veces se retiraba del conflicto con un profundo suspiro y negándose a seguir respondiendo. Se

turbaba a menudo, y golpeaba la mesa o se daba en el brazo o en la pierna. Su malestar cesaba cuando se cambiaba de tema o de tarea. En esos conflictos, no parecía nunca que la paciente sufriese un cambio de personalidad o no me hiciera caso, y no adoptaba una orientación del cuerpo o de la mirada constante. En esos episodios se preguntaba con frecuencia: «¿Por qué le miento?». Mi contestación de que la operación que había padecido era en cierta forma la responsable no la dejaba nunca completamente tranquila y no evitaba nuevos conflictos.

La chocante conclusión de Mark fue que en los pacientes con el cerebro escindido «se puede considerar que cada hemisferio es "consciente"», lo que refutaba el argumento, desde hacía mucho tiempo mantenido, de que no puede considerarse consciente al hemisferio derecho porque no tiene la capacidad lingüística. Mark halló que podía entrevistarse al hemisferio derecho del paciente: apuntando, el hemisferio derecho respondía «no». Con todo, la validez de esta idea de la doble conciencia es objeto de controversia.

Lo que estos hallazgos nos dicen es que solo surge la conciencia normal cuando colaboran los dos hemisferios y que la coordinación apropiada de la aprehensión consciente e inconsciente depende también de esa cooperación. Tuve un paciente que, sometido a pruebas, mostró capacidad lingüística en ambos hemisferios. Daba muchos indicios de un leve mal funcionamiento de su corpus callosum, y por eso sus hemisferios trabajaban con cierta independencia. Toda su vida había estado preocupado consigo mismo porque a menudo había observado que disociaba. Por ejemplo, hacía comentarios ordinarios o provocativos sexualmente en sociedad y se avergonzaba por haberlos hecho, pero los hacía de todas formas. Daba la impresión de que el lenguaje estaba fuera de su control. A veces se oía a sí mismo decir esas cosas como si hubiese estado oyendo hablar a otro. En otras ocasiones, sentía que se oía decir las cuando en realidad no estaba hablando. La escisión entre sus capacidades conscientes e inconscientes hacía que pudiese observarse como si fuera una persona independiente de sí mismo, pero también hacía que creyese que decía cosas que no decía.

EL DESARROLLO DE LA CONCIENCIA

La gente tiende a pensar que la atención es un acto finito de mirar o escuchar algo, sin embargo es una actividad continuada. Nos hacemos conscientes de algo cuando decidimos prestar atención a algo a lo que ya prestábamos atención. Francis Crick decía que la conciencia es «la atención multiplicada por la memoria de trabajo». Para que seamos conscientes de algo tenemos primero que prestarle atención y luego seguir haciéndolo de un momento al siguiente. Podemos seguir atendiendo gracias a la memoria de trabajo. Eso, según Crick, constituye la conciencia.

En esa teoría «la mente» emerge cuando el sistema de la conciencia se conecta con la memoria a largo plazo. Una vez se comparan los datos que la memoria de trabajo registra continuamente con el recuerdo a largo plazo de lo sucedido en el pasado y con los recuerdos futuros, empieza el pensamiento y la mente entra súbitamente en la existencia. ¿Es aceptable esta definición? Quién sabe. Podemos confeccionar la definición que queramos. Eso es lo que hacen todos los que disputan acerca de «la mente». Puede que suene irrespetuoso, pero un repaso rápido de las teorías de la mente muestra que recorren la gama entera de posibilidades, de un extremo al otro. En uno está la opinión de que la mente es lo mismo que el cerebro, y en el otro, la de que es un ente completamente separado de este, el resultado de un alma o de algún otro atributo, que dirige realmente la máquina llamada cerebro. Más o menos en medio de estas dos

posiciones está la idea de que la mente es una propiedad emergente del cerebro: es lo que resulta cuando el cerebro funciona.

La concepción básica de Crick de la conciencia como la atención multiplicada por la memoria de trabajo tiene eco en otros teóricos destacados, como Gerald Edelman, del Instituto Scripps; según él, siempre estamos percibiendo cosas, pero cuando súbitamente relacionamos lo que percibimos con nuestras categorías internas de las experiencias, nos volvemos conscientes. Juzgamos los estímulos contrastándolos con las referencias del mundo que guardamos en nuestros recuerdos a largo plazo. El acto de categorizar, o juzgar, es lo que nos hace conscientes de la percepción.

Es para desesperarse lo escurridiza que es la conciencia. Cada dos años se celebra un congreso sobre ella en Tucson, Arizona, y cada año las teorías que la explican se centuplican, y cada vez se presentan los más diversos actores. Una razón de que fallen muchas teorías es porque algunas toman como modelo a los ordenadores, las «redes neuronales» que se pensaba que podrían llegar a ser tan refinadas que un día los superordenadores imitarían y sobrepasarían las capacidades del cerebro humano. Esos ordenadores han demostrado ser terriblemente inadecuados para alcanzar siquiera las tareas cognoscitivas más simples de los niños más pequeños, como entender el significado del habla cotidiana. Estos modelos fallan porque suponen que la cognición es el resultado de una serie de reglas establecidas de antemano, preprogramadas, desprovistas de significado y contexto. Si la conciencia es un conjunto de programas, ¿cómo se podrá explicar las capacidades de aprendizaje de un organismo que suponen adaptación y desarrollo? No se podrá. Sería más claro, como apuntaba Steve Massaquoi, del MIT, que el campo de la inteligencia artificial usase la expresión «red neuroide» para referirse a sus instrumentos, porque «red neuronal» dice lo que pasa en el cerebro, que es, sencillamente, otra cosa.

Los organismos vivos ven significados en el mundo, desarrollan intenciones, usan la memoria, se desarrollan aprendiendo y organizan las percepciones. Una opción mejor que ver el cerebro como un programa es concebirlo como un sistema de selección. Este enfoque moderno puede ser la clave para formular un entendimiento biológico de la verdad del ser de las criaturas vivas.

Edelman y sus colegas han desarrollado una teoría así, a la que él llama «darwinismo neuronal» o «teoría de la selección neuronal de grupos». En este modelo, la capacidad de un organismo de categorizar el mundo y adaptarse a él es el resultado de un proceso de selección entre las neuronas del cerebro. La competición entre las células es la responsable del crecimiento celular, la muerte, el vigor y la debilidad. En consecuencia, los grupos neuronales que favorecen la supervivencia del organismo medran y desarrollan fuertes interconexiones, mientras que los que no se usan mueren. Esta «evolución» continúa a lo largo de la vida de la persona.

En este modelo hay dos tipos de selección evolutiva: la de desarrollo y la de experiencia. La selección de desarrollo tiene lugar antes del nacimiento y es la razón de que todos los organismos, hasta los gemelos, nazcan con cerebros diferentes. Aunque cada organismo está obligado genéticamente a desarrollar ciertos rasgos característicos de la especie, esos códigos genéticos no pueden dictar el destino exacto de cada neurona que se está desarrollando. Como se explicaba en el capítulo 1, millones de neuronas crecen y mueren en ese tiempo, recorren grandes distancias y forjan conexiones de manera completamente impredecible. Así, incluso aunque el patrón general de las regiones cerebrales sea similar de unas personas a otras, cada individuo nace con un cerebro estructuralmente único. Este nivel prenatal de selección organiza el cerebro en «repertorios primarios», grupos singulares de conexiones neuronales que crean las primeras marcas de individualidad al nacer.

Cuando nace, un individuo entra inmediatamente en la segunda etapa, la selección de experiencia. Esta ocurre porque las experiencias y comportamiento de cada persona causan fortalecimientos o debilitamientos de las conexiones neuronales que alteran el repertorio primario, si bien no producen cambios a gran escala en la anatomía. En la vida cotidiana, se seleccionan ciertos grupos neuronales para que medren mientras otros mueren por falta de uso. Si una persona está inactiva mentalmente, perderá células cerebrales. Conforme a los principios evolutivos, cabe presumir que las áreas cerebrales que se ejercitan más a menudo son las más importantes para la supervivencia. A las áreas cerebrales que no se usan se las considera un derroche de combustible, como innecesarias para la supervivencia. De esa forma, las experiencias y el comportamiento sirven para dirigir el desarrollo del sistema nervioso mediante la organización del cerebro en «repertorios secundarios» cada vez más intrincados, los grupos neuronales que se han seleccionado para medrar porque se los utiliza más a menudo.

Los valores son también importantes para la evolución de la conciencia. Gracias a las investigaciones del desarrollo, sabemos que los niños pequeños muestran una atención selectiva y preferencias desde el nacimiento. Todos los organismos nacen con valores básicos esenciales para la adaptación y la supervivencia, como preferir comer a no comer o mirar hacia donde hay un ruido en vez de no mirar. Desde una perspectiva más amplia, los valores son los sesgos y tendencias básicos gracias a los cuales los individuos dan significados a las experiencias. Esto divide el mundo en muchos niveles, de «comida o no comida» a «amigo o enemigo» y «bueno o malo».

La idea clave que hay que recordar es que cada recién nacido debe crear su comprensión particular del mundo y que cada individuo refuerza, amplía y a veces cambia su visión del mundo. No es extraño, por ejemplo, que quienes han tenido un ataque cardíaco u otro trauma se deshagan de su vieja visión de la vida y adopten una nueva. Un profesor de matemáticas que se va fascinando progresivamente con el arte y a quien cada vez le aburre más su trabajo puede que un día tire sus libros y acabe siendo un consumado artista. El desarrollo de los valores que impulsa la evolución de la conciencia puede explicar también cómo pueden ver dos personas las mismas circunstancias de manera tan diferente: un ciudadano ve el asesinato a tiros de un jefe mafioso en un restaurante como algo terrible; al pistolero le parece una acción esencial para la supervivencia de su familia criminal.

Tiene importancia darse cuenta de que la unidad básica de este proceso selectivo no es la neurona individual, sino el grupo neuronal. Hay quizá cien millones de grupos de estos en el cerebro, y su tamaño va de las 50 a las 10.000 neuronas. Estas solo son eficaces en grupos que trabajen con vistas a un solo fin, como discriminar colores o producir emociones. En virtud de su tamaño, los grupos neuronales pueden compensar las muertes celulares individuales. No obstante, los cambios en las sinapsis individuales afectarán al grupo entero, que a su vez puede desencadenar alteraciones en un sistema mayor.

Aun con los repertorios primario y secundario la cognición queda explicada, sin embargo, solo en parte. Uno tiene que explicar todavía cómo un organismo desarrolla categorías, y cómo sintetiza piezas dispares de datos en una experiencia unificada, significativa. La clave para responder esta pregunta tiene que ver con la idea más radical e importante de Edelman: la de señalización reentrante.

La señalización reentrante es la comunicación entre mapas gracias a la que construimos complejos conceptos ligados a percepciones como «silla». Es necesario porque, aunque hemos nacido con capacidades rudimentarias como las de detectar colores y movimientos, nuestra percepción de los objetos debe ser creada activamente. Nuestra capacidad de reconocer un objeto según su valor, el nombre asignado y

significado no es innata. El reconocimiento de objetos y acontecimientos no consiste en relaciones uno a uno que dividan el cerebro en una especie de organización, una célula, un concepto. Por ejemplo, en los años setenta se pensaba equivocadamente que había una «célula de la abuela» que correspondía a la percepción de uno de su abuela. En la nueva teoría, la percepción de una silla o de la abuela de uno descansa en la señalización reentrante, que combina las actividades de varios mapas de las regiones cerebrales dedicadas a la percepción sensorial. Los diferentes elementos del concepto son transportados de una a otra de las regiones que los albergan hasta que resuenan entre sí ---sostenidos en la oscilación de 40 Hz- y cristalizan en la idea de silla o abuela.

El cerebelo, los ganglios basales y el hipocampo llevan el inventario de los muchos mapas que se crean. Esas tres áreas siguen la pista de los mapas de cualquier otra parte del cerebro y ordenan la producción cerebral. Juntas, forman una especie de supermapa que contiene múltiples mapas locales. Esto crea un sistema de conexiones para categorías enteras de información, así como patrones de actividad motriz. El resultado final de este complejo sistema de valores con capas de mapas que forman lazos dentro de lazos es la variedad infinita de los pensamientos y comportamientos de las personas. Su concepto en el cerebro de «sillalidad» o «abuelalidad» tiene una naturaleza más global que local. Cada región del cerebro contribuye al reconocimiento de una silla o de una abuela, lo cual explica por qué puede desencadenar el reconocimiento un número cualquiera de elementos sensoriales diferentes: el olor de la naftalina, el sabor del pimentón, una mujer con el pelo cano, una figura que hace punto en una mecedora, una voz de mujer avejentada. Cada una de estas ocurrencias disparará mapas diferentes en el cerebro. De esa capacidad de dar el salto desde esos distintos elementos sensoriales hasta el concepto global dependen los pintores cubistas en sus imágenes fracturadas.

En general, la teoría biológica de la conciencia de Edelman parece triunfar donde los modelos del pasado fallaban. Explica y coincide con nuestra experiencia del mundo como seres conscientes, experiencia que es provocativa e irreduciblemente subjetiva. Con esta teoría de la mente, estamos libres de leyes deterministas preprogramadas, y podemos, en cambio, abrazar un armazón de la conciencia que gira alrededor de valores y significados del mundo. Esta es, en efecto, la esencia de la conciencia: la sensación que tenemos de ser propietarios de nuestras acciones y de ser capaces de desarrollar nuestras concepciones de nosotros mismos por medio de la experiencia a lo largo del tiempo.

PROBLEMAS FÁCILES Y PROBLEMAS DIFÍCILES

Mientras que la atención es el director más importante de la conciencia, explicarla es uno de los problemas «fáciles». Otros problemas fáciles son las capacidades de discriminar, categorizar y reaccionar ante los estímulos medioambientales, comunicar nuestros estados mentales, controlar nuestra conducta y describir la diferencia entre la vigilia y el sueño. Estos problemas son «fáciles» porque no se discute que estos fenómenos se pueden explicar científicamente.

Los problemas «difíciles» están en explicar «a qué se parece» ser un organismo consciente tal y como es experimentado. Los seres humanos son, innegablemente, sujetos de una experiencia cualitativa, y sin embargo, no sabemos todavía por qué y cómo surge la experiencia de un entorno físico. La «conciencia» es una palabra ambigua.

Como hemos visto, muchos científicos han vuelto al fisicalismo para explicar la relación entre la conciencia y el cerebro. Sostienen que todos los aspectos de la conciencia pueden explicarse por medio de leyes físicas. Churchland, Crick y Edelman son «materialistas reductivos» que parten de que la conciencia surge de la comunicación entre las neuronas. Con esta perspectiva, todos los acontecimientos biológicos y mentales

son reducibles a las propiedades de la materia y la energía. Los partidarios de otros puntos de vista apuntan que en la conciencia hay más que la mera interacción de las células del cerebro. ¿Qué pasa con la razón, la fe, Dios? Hasta Edehnan admite que el reduccionismo puede acabar siendo una «tontería» si la mente se describe solo en términos reduccionistas. Con todo, por ahora ese enfoque es el mejor que podemos componer y nos está enseñando mucho acerca de qué es la conciencia, o, al menos, puede que sea.

La siguiente frontera en el intento de explicar la conciencia es la difícil pregunta de la experiencia subjetiva. Todos sabemos qué es una experiencia subjetiva, pero cuesta hasta explicar qué es una experiencia.

La experiencia subjetiva más central que tenemos es la de «en qué consiste ser yo, visto desde dentro». Examinar la conciencia desde dentro revela todo un conjunto nuevo de «datos» que hay que explicar: los aspectos cualitativos de nuestras experiencias o, dicho brevemente, los «qualia».

La palabra qualia está hoy en día en boga en el campo de la filosofía de la mente. Son las propiedades fenomenológicas de la experiencia; el «en qué consiste» de la conciencia que consta de elementos que solo se pueden conocer desde un punto de vista subjetivo. Por ejemplo, usted no puede experimentar el dolor de otro. Usted podrá inferir lo que está pasando la otra persona, pero no hay una transferencia directa de la experiencia. Otros ejemplos de qualia podrían ser, por ejemplo, un déjà-vu, una gélida inmersión en un río helado o el olor de la goma quemada.

La tendencia actual de la investigación de la conciencia es incluir algún intento de explicar esos elementos cualitativos. En 1994, por ejemplo, cuando se celebró el primer congreso de Tucson sobre la conciencia, una de las conclusiones más significativas del grupo fue que el estudio de esta será «radicalmente empírico». Incluirá las experiencias subjetivas como datos primarios. Ningún fenómeno que se comunique se descartará porque «viole las leyes científicas conocidas». Por lo tanto, decían los participantes, la conciencia no es una «cosa» que debe estudiar un observador que esté apartado de alguna forma de ella: la conciencia supone la interacción del observador y lo observado.

Por desgracia para nosotros, con nuestras vidas finitas, nunca sabremos si los seres humanos como criaturas de esta Tierra están en una persecución evolutiva de más y más conciencia. Puede que nuestros genes quieran que sea eso lo que hagamos, y quizá nuestros descendientes remotos hallarán que es verdad. A medida que prestamos más atención y somos más conscientes de lo que sucede a nuestro alrededor tenemos más libertad, mientras que al mismo tiempo estamos más ligados a la realidad del mundo. Podemos considerar una conciencia incrementada como un terreno de juego expandido para la creatividad, donde podemos aprender de formas nuevas cómo está compuesto el mundo. El altruismo y la conciencia son los pasos que estamos recorriendo que más nos definirán en el futuro.

Llegar a ser más «conscientes» mejoraría sin duda nuestra destreza como animales sociales. Nos ayudaría a concentrarnos más en decisiones y consecuencias, en asociaciones, así que nos percataríamos de forma más penetrante de nuestro estar conectados con cada uno de los otros: dónde estamos, dónde están los otros y qué estamos haciendo unos con otros. Ahí es donde atención y conciencia se juntan. A medida que ganamos más atención y conciencia podemos evaluar mejor acciones y consecuencias, y ser menos impulsivos de lo que son nuestras actuales identidades.

4

Movimiento

Usted está sentado en el sota de su cuarto de estar. Su amigo, que está sentado a su lado, le pregunta: «¿Cuántos estantes hay en ese armario alto de la cocina?». Usted se visualiza a sí mismo andando a la cocina, volviendo su cabeza hacia el armario, abriendo la puerta e inspeccionando los objetos que hay dentro, arriba y abajo, para poder así centrarse mejor en cuántos estantes hay realmente. Su respuesta: «Cuatro».

Para llegar a esa respuesta no mueve usted ni un músculo. Pero ha usado programas motrices que recrearon los movimientos de entrar en la cocina, abrir la puerta del armario y barrer con la vista arriba y abajo. Su cerebro creaba imágenes motrices - simulaciones mentales del movimiento- sin moverse en realidad.

La investigación está ahora enseñando que para recrear esa experiencia usted usó las mismas regiones cerebrales que habría usado si se hubiese levantado físicamente del sota, entrado en la cocina y abierto el armario: las cortezas occipital, parietal y frontal. Efectuaron el proceso puramente cognoscitivo de que usted se valió para llegar a una respuesta las regiones del cerebro responsables del movimiento real.

Aunque parece de sentido común, esa aseveración es herética. Durante siglos el hombre se ha puesto a sí mismo por «encima» de los animales porque puede «pensar», mientras que los animales solo «actúan». De la acción -el movimiento- se pensaba que era una función cerebral inferior y de la cognición que era una función cerebral «superior» que la evolución había desarrollado solo en los seres humanos. Hasta los últimos años, pocos había que creyesen que hubiera porción alguna del «cerebro motor que hiciese algo más que reaccionar a los estímulos que le llegaban y dar instrucciones a las funciones motrices. Pero estamos hallando rápidamente que regiones como las cortezas parietal y frontal desempeñan un gran papel en actividades relacionadas con la planificación, cálculo y formación de intenciones»).

Está claro que en atrapar una bola intervienen las funciones motrices del cerebro. Pero también en hacer un cálculo mental. La mayoría de la gente asocia la función motriz a los brazos y a las piernas, y a la actividad física, como si fuera una función mecánica del cerebro la que hiciese que un niño pequeño gatease, que Michael Jordan saltase para hacer un espectacular mate, o la que provocara parálisis del brazo derecho de un amigo que ha sufrido un accidente cerebrovascular. Pero cada vez hay más indicios de que el movimiento es crucial para cualquier otra función cerebral, entre ellas la memoria, la emoción, el lenguaje y el aprendizaje. Como veremos, nuestras funciones cerebrales «superiores» han evolucionado a partir del movimiento y siguen dependiendo de él.

Los neurólogos han encontrado pruebas de que el cerebelo, que coordina los movimientos físicos, coordina también el movimiento de los pensamientos. Así como ordena los movimientos físicos necesarios para atrapar una bola, desempeña un papel en la secuencia de pensamientos necesarios para visualizar la cocina, crear un argumento o inventar una melodía. Como estamos viendo una y otra vez en este libro, la vieja concepción según la cual cada función cerebral está aislada en una región concreta del cerebro no es, sencillamente, verdadera. La orientación espacial, el lenguaje, la emoción y muchas otras funciones comparten porciones de los mismos sistemas cerebrales y ponen en acción a diferentes regiones de distintas maneras.

La función motriz es tan crucial para algunas formas de cognición como para el movimiento físico. No es menos crucial para el comportamiento, porque este es la ejecución de movimientos prescritos por la cognición. Si pudiésemos comprender mejor el movimiento podríamos entender mejor pensamientos, palabras y obras.

PENSAMOS CONFORME A CÓMO ACTUARÍAMOS

Planificación, deliberación, ponderación y actuación guardan relación con el comportamiento, con la traducción de los pensamientos en obras. En la mayoría de los casos, pensamos basándonos en secuencias de acciones (en formular planes y ejecutarlos a continuación). Lo que se haga dependerá, sin duda, de la función motriz, pero también le pasa esto al pensamiento que la precede. Hasta las emociones se entrelazan con las capacidades motrices del cerebro; la misma palabra e-moción denota movimiento (moción significa «acción o efecto de mover»).

Piense en lo que pasa en su mente cuando debe tomar una decisión. Obtiene impulsos de varias funciones del cerebro: hechos, opiniones, pensamientos, recuerdos, predicciones de consecuencias. Usted secuenciar las piezas, pone la lógica, comprueba sus resultados y asigna una respuesta. Todos los pasos de este proceso se fundan en las funciones motrices, secuenciar, añadir, comprobar, asignar, y las redes neuronales que se disparan durante ese proceso son las mismas que disparan un acto motor.

El paralelismo va más allá. Cuando usted aprende alguna actividad motriz, montar en bicicleta, por ejemplo, usa la corteza. Pero cuando la domina, la actividad se vuelve automática y la responsabilidad de su ejecución pasa a las neuronas de las partes inferiores del cerebro, con lo que quedan libres neuronas en la corteza para nuevos aprendizajes. Lo mismo sucede con los actos cognoscitivos. Al principio, usted utiliza la corteza para aprender cuatro por cuatro o a formular una pregunta gramaticalmente correcta, pero cuando se dominan estas tareas se transfieren a partes inferiores del cerebro y se vuelven automáticas.

Cuando activamos el proceso del pensamiento tomamos elementos mínimos y grupos de datos y acciones y comportamientos, y los enhebramos para que casen con un nuevo conjunto de exigencias o circunstancias, con lo que se crea un plan de acción nuevo. Reconfiguramos el material en bruto en una secuencia con los tiempos adecuados. Lo hacen las cortezas frontal y prefrontal, precisamente las mismas regiones del cerebro que guían la llamada, por lo común, corteza motriz. Los circuitos cerebrales que se usan para ordenar, secuenciar y temporizar un acto mental son los mismos con que se ordena, secuenciar y temporiza un acto físico.

Hasta el proceso de contemplar es el mismo. Intente formular una respuesta a la pregunta: «¿Qué representa una rosa?». Usted visualiza una rosa, considera su olor, aspecto, sensaciones táctiles, respuestas emocionales, ideas relativas a la belleza y a las espinas, y sus experiencias personales al dar o recibir una rosa. Recorre mentalmente estos componentes para ver cuál es la mejor manera de abordar la cuestión, imponer orden, sopesar varios factores y formular una respuesta. En cada uno de estos pasos se emplea una palabra de acción, y con buenas razones. Los circuitos de acción de la corteza motriz «hacen el mismo proceso». La naturaleza es un pensador frugal. Ha adaptado los circuitos que se afinaron para secuenciar acciones de manera que se presten a secuenciar y ajustar pensamientos y decidir sobre ellos. De modo similar, conmuta la capacidad secuenciadora usada, digamos, en tirar a canasta o en dar con la mejor forma de organizar este capítulo:

La ejecución del proceso del pensamiento es el trabajo de la función ejecutiva del cerebro, la cual ha aparecido ya varias veces en este libro. Recuerde que la función ejecutiva está enraizada en la corteza frontal. Esta función tiene que ver y solo tiene que ver con la acción, con cómo debe abordarse al cliente o al poema. Toda la mitad frontal del cerebro está dedicada a organizar la acción, tanto la física como la mental. Alberga además los grandes centros cerebrales de la memoria de trabajo, la planificación motriz y

la capacidad de inhibir los estímulos, pensamientos y acciones competidores. En su fundamento, los procesos cognoscitivos superiores, como nos gusta llamar a tantas de nuestras actividades cerebrales, versan sobre la organización de acciones.

Además, gracias a la función ejecutiva podemos pararnos a reflexionar en vez de correr a navegar de cualquier forma por la vida. La función ejecutiva -directora del cerebro- sopesa las consecuencias y decide acerca de las estrategias correctas y precisas. Para ejecutar debidamente necesitamos un plan, percatarnos de cómo afectamos al entorno, ir viendo qué tal lo estamos haciendo y poner al día el plan con la información que nos llega de nuestras acciones iniciales. La función ejecutiva y la corteza motriz lo hacen todo. Igual como dirigen a Michael Jordan, mientras salta por el aire, para que desplace su cuerpo y pase el balón de la mano derecha a la izquierda para esquivar a un defensa y llegar a la canasta, a nosotros nos dicen, cuando llevamos a cabo nuestra primera decisión, cómo desplazar y pasar partes de nuestro plan a medida que el mundo reacciona a nuestro alrededor.

Tal y como hace para la atención, el giro cingulado anterior de la corteza frontal actúa como un secretario de dirección y decide qué informaciones de las que llegan se pasan a la corteza prefrontal con vistas a planificar y deliberar. No hay centro de decisión o centro de la voluntad humana. Esta resulta de una confluencia de la actividad de todo el cerebro que termina en la corteza frontal, que está más ampliamente interconectada con las demás regiones del cerebro que cualquier otra área. Es ahí, en esa confluencia, donde las señales que se reciben compiten y se engatusan, chocan con éticas e impulsos y consecuencias, donde se consultan y se retienen o pierden los recuerdos, donde luchamos, combinamos o recombinaamos las ideas, les damos vueltas a las cosas, consideramos los objetivos y los pasos para conseguirlos, subimos por encima de donde habíamos estado y crecemos para alcanzar un plano superior. Se potencian algunas ideas y señales recibidas, a otras se las inhibe, hasta que todo el barullo se ordena y obtenemos una creación nueva. Toda esta computación, que tiene lugar a lo ancho de la corteza y está coordinada por las neuronas motrices de la función ejecutiva, es la definición misma de muchas formas de cognición.

El cerebro vuelve entonces a la que podríamos llamar función motriz «clásica» en respuesta al resultado concreto, y sube o baja la presión sanguínea, aviva o enlentece la respiración, pone o quita hormonas y da a los músculos instrucciones de si deben actuar o no.

Puede ser incluso que la sensación que tenemos de ser conscientes de nosotros mismos esté dirigida en parte por las neuronas motrices. Nuevas investigaciones indican que algunas tareas motrices y cognoscitivas se procesan en otra región separada de la corteza: el cerebelo, en el área inferior posterior del cerebro situada sobre la médula espinal, influye mucho en la corteza.

Hasta hace poco se pensaba que el papel del cerebelo era solo el de regular la velocidad, intensidad y dirección del movimiento. La corteza mandaba señales por el cable de las fibras al cerebelo, que las procesaba y coordinaba y las devolvía a la corteza motriz, que controlaba el movimiento. Pero mientras diseccionaban cerebros humanos, Henrietta y Alan Leiner, ambos científicos informáticos retirados, con más de ochenta años, hallaron que el cable de las fibras era mucho más grueso, proporcionalmente, en los seres humanos que en los monos. Henrietta descubrió entonces que una pequeña estructura que hay dentro del cerebelo, el núcleo dentado la última parada procesadora dentro del cerebelo antes de que se devuelvan las señales a la corteza- era relativamente mayor en los monos y en los seres humanos, y que la parte del núcleo dentado más reciente desde el punto de vista evolutivo, el neodentado, solo está presente en los seres humanos.

Con esos elementos de juicio, Henrietta concluyó que pudiera ser que el cerebelo no solo desempeñase un papel en el movimiento, sino también en la cognición. Si esto es cierto, la información que parte de él tendría que enviarse a otras regiones distintas de la corteza motriz. El neurólogo Robert Dow, del Centro Médico del Buen Samaritano, en Portland, Oregon, fue el primero en proporcionar un respaldo clínico a esa idea al mostrar que un paciente suyo que tenía el cerebelo dañado padecía sutiles problemas cognoscitivos con la planificación. Se emprendieron otros estudios, que desde entonces han vinculado las lesiones del cerebelo con problemas en la selección de palabras, el discernimiento de la forma de los objetos y la creación de dibujos adecuadamente proporcionados. En una prueba, cuando a una persona con un cerebelo normal se le pedía que dejase caer anillas de tamaños diferentes en un palo, el cerebelo mostraba una actividad normal, pero cuando tenía que hacerlo por orden de tamaño -en otras palabras, en una secuencia propiamente dicha- la actividad del cerebelo aumentaba.

LA MENTE Y LO MOTRIZ

Se están encontrando más indicaciones de la manera tan intrincada en que la actividad motriz está ligada a funciones «mentales» supuestamente puras, en algunas dolencias clásicas con componentes motrices importantes, como el trastorno obsesivo-compulsivo (TOC) y el síndrome de Tourette, y también en otras distintas, como la fiebre reumática y el andar de puntillas.

Aparentemente, TOC es un problema puramente emocional y cognoscitivo, un problema de ansiedad y preocupaciones repetitivas, y de no parar de darle vueltas a las cosas. Pero los escáneres del cerebro muestran que cuando se produce esa conducta los circuitos neuronales -desde los ganglios basales al giro cingulado anterior y a la corteza orbitofrontal, una parte de la corteza frontal que está justo debajo de la nariz- se quedan «enganchados». El giro cingulado anterior le dice a la corteza orbitofrontal a qué debe prestársele atención, mientras que esta misma identifica lo que parezca ser un error en el comportamiento. Dice: «¡Error, error, esta acción está equivocada!». Cuando las señales relativas a la atención y a los errores chocan, los programas motores se quedan atrapados en el barullo. El resultado es un mensaje de pánico, que le dice al cerebro que se active para disipar el peligro o corregir el problema con una acción, como volver a casa por tercera vez para apagar el horno, que ya estaba apagado. El típico paciente de TOC es un perfeccionista que busca interminablemente errores. Revienta de preocupación y está apesadumado en un círculo de preocupaciones y cavilaciones. ¿Hice lo que debía hacer? ¿Es correcta la secuencia? Todas esas preocupaciones tienen su origen en el sistema motriz de la corteza frontal, el cingulado anterior y los ganglios basales.

En el síndrome de Tourette se produce una combinación de obsesión y compulsiones con tics y rituales. Los neurocientíficos piensan ahora que un área clave que participa en el molesto tic, que es claramente una disfunción motriz, es el núcleo caudado, una parte del striatum, que actúa como una caja de cambios para el sistema de la atención.

El estudio de los niños que han padecido la inusual dolencia conocida como baile de San Vito revela también el nexo entre las disfunciones motrices y cognoscitivas. Esos chicos padecen fiebre reumática tras una infección con estreptococos. La fiebre reumática es una reacción autoinmunitaria de los propios tejidos del cuerpo. Cuando oímos hablar de ese fenómeno, suele estar ligado a un ataque que ha afectado a las válvulas cardíacas; el cuerpo crea una respuesta con anticuerpos a la bacteria estreptocócica, y estos, por alguna razón, empiezan a devorar las válvulas cardíacas. Pero los anticuerpos pueden atacar también a las células del cerebro. Cuando pasa eso se producen extraños

tics y los curiosos movimientos musculares involuntarios de la corea. Susan Swedo y sus colegas del Instituto Nacional de la Salud Mental, que estudiaron más a fondo los perfiles de los niños diagnosticados con el TOC clásico, encontraron un grupo de ellos cuyos síntomas habían empezado tras una infección con estreptococos. El nombre más apropiado de su dolencia es corea de Sydenham, y es una acompañante neurológica de la fiebre reumática. Tras una infección con estreptococos los anticuerpos del cuerpo reaccionan de manera cruzada contra el tejido cerebral y provocan una variedad de síntomas. Los pacientes pueden empezar a experimentar movimientos involuntarios. A menudo se dice de ellos que han cambiado de la noche a la mañana. De golpe se vuelven torpes. Cuando la cosa se desarrolla los niños empiezan a hacer movimientos súbitos y repetitivos y muecas llamativas. Tienen también un brote repentino de los síntomas característicos del TOC clásico, como lavarse demasiado las manos, los rituales nocturnos, el empeño en comprobar las cosas y obsesionarse acerca de la muerte de los padres. Los movimientos pueden llegar a ser increíbles, como si fuera un número de baile coreografiado. Swedo y su grupo hallaron que, cuando había un brote súbito, intervenía sin lugar a dudas la bacteria estreptocócica, lo que les llevó a fijarse en el síndrome de Tourette, que consiste en tics y movimientos repentinos incontrolables, gruñidos y muecas, y en los síntomas del TOC, y propusieron que la corea de Sydenham, la enfermedad de Tourette y el TOC son dolencias emparentadas. El grupo ha identificado hace poco un marcador genético llamado D8/17. En un grupo amplio de niños con TOC, el 85% tenían esa característica, y un 89% de ellos padecían la corea de Sydenham, mientras que solo un 17 % de los niños del grupo de control la tenían.

El mundo profesional sufrió una conmoción cuando los investigadores de los estadounidenses Institutos Nacionales de la Salud anunciaron el descubrimiento de un grupo de niños, denominados con afecto los PANDAS (acrónimo en inglés de «dolencias neuropsiquiátricas autoinmunitarias pediátricas asociadas a infecciones estreptocócicas»), que había desarrollado el TOC como resultado directo de una garganta con estreptococos. En muchos casos los niños eran del todo normales antes de la infección. En otros, tenían ya casos bien controlados de TOC que se deterioraron gravemente justo después de que cayesen enfermos. En los casos más tremendos, un niño psiquiátricamente normal podía tener una garganta con estreptococos el sábado y presentar conductas claramente propias del TOC el lunes.

Un chico de diez años, T J., no tenía historial alguno de problemas psiquiátricos o neurológicos. El fin de semana, después de que varios miembros de la familia cogiesen la «gripe», tuvo un brote súbito de obsesiones severas con virus y sustancias químicas y empezó a lavarse convulsivamente las manos. Tras un mes de enfermedad continua, se buscó tratamiento psiquiátrico y T J. empezó una terapia farmacológica contra el TOC. Pasados dos meses, sus síntomas se habían aliviado solo parcialmente, pero sus manos y antebrazos seguían agrietados y rojos de lavárselos repetidamente, y su extrema preocupación con coger gérmenes le impedía abrir del todo la boca, hasta el punto de que no comía en el hospital ni dejaba que le sacasen un cultivo de la garganta.

Casos como el de T.J. dejaban estupefactos a los psiquiatras, casi todos educados en la opinión freudiana clásica según la cual el TOC era producto de alguna forma de perturbación en la formación en el uso del cuarto de baño. Casos de brotes agudos como el de T .J. sacudían totalmente el tradicional marco psicodinámico, interpretativo que se le aplicaba a la enfermedad, incluso las versiones actualizadas, sensibles a la biología, que le echaban alguna culpa a un desequilibrio de la serotonina. Estos niños estaban prácticamente «cogiendo» el TOC, o al menos los tics, tal y como se coge un catarro. No había nada de social en ello.

Los escáneres de la IRM descubrieron que en esos niños el núcleo caudado, el área que participa en el TOC, se había hinchado hasta ser un 24% mayor que lo normal. Más aún, el grado de la hinchazón guardaba una correlación directa con la severidad de los síntomas del TOC. Los investigadores sospecharon que los anticuerpos creados para atacar la bacteria estreptocócica también estaban atacando a las neuronas caudadas de los cerebros de los niños.

La manera de contrarrestar esas reacciones autoinmunitarias consiste en suprimir los anticuerpos dañinos. A algunos de los PANDAS se les dieron medicaciones inmunosupresoras. A otros se les extrajo el plasma sanguíneo, lo trataron y los restituyeron en el cuerpo, libre de anticuerpos de estreptococos. Hasta ahora estos métodos han tenido éxito. A T J. le cambiaron el plasma seis veces en dos semanas y sus síntomas disminuyeron perceptiblemente. Tras el cuarto cambio ya quería comer en el hospital y dejaba que una enfermera le tomara un cultivo de la garganta. Se comunicó que varios meses después seguía yendo bien.

Tanto los síntomas del TOC de T J. como sus tics y sus irregularidades motrices desaparecieron al mismo tiempo. Vemos ahí la confluencia de los aspectos motores, de comportamiento y cognoscitivos del cerebro, y podemos apreciar mejor que las funciones cognoscitivas, que tendemos a ver como algo separado y elevado del resto de la experiencia humana, como los movimientos, por ejemplo, se hallan en realidad directamente ligados a estos. El cerebro usa la misma maquinaria para muchas funciones que se solapan, en este caso las funciones cognoscitivas ligadas al comportamiento de los síntomas del TOC, así como el comportamiento motor, carente de sentido y descontrolado.

Andar de puntillas es otra afección que sugiere que hay un estrecho vínculo entre el desarrollo motor y el cognoscitivo. Varios estudios han indicado que el 75 % de los niños de preescolar que andan habitualmente de puntillas pueden estar bastante retrasados en el desarrollo del habla y el lenguaje. En un estudio de 799 niños discapacitados en cuanto a su desarrollo, se vio que era más frecuente que andasen de puntillas los que padecían dolencias graves que afectaban al lenguaje. Aunque andar de puntillas puede ser un síntoma de parálisis cerebral, de diversas enfermedades cerebrales, de lesiones en la médula espinal, de debilidad muscular y de autismo, los niños de ese estudio no padecían ninguno de esos problemas. Exhibían el andar de puntillas llamado idiopático, lo que simplemente quiere decir que no hay causa conocida de su dolencia. Hay que investigar más para clarificar si existe un nexo entre la disfunción motriz y la dificultad en el habla y el lenguaje, y cuál podría ser. Algunos médicos señalan ahora que el andar de puntillas idiopático de los niños podría considerarse un marcador de posibles problemas del desarrollo, y recomiendan que se evalúe el desarrollo de todos los niños con esa enfermedad.

Los hallazgos relativos a estas afecciones apuntan a que no incluir la función motriz entre las funciones superiores del cerebro es como construir castillos de arena. El que haya una actividad constante en nuestros cerebros y por todo el cuerpo nos dice que el movimiento es la fuerza vital en marcha sin la cual no podríamos sobrevivir. Consista esa actividad en mantener la temperatura del cuerpo, en bailar como Mijaíl Barisluiikov o en aprender a leer, el movimiento no puede separarse del resto de los sistemas cerebrales. Una buena parte de la función cerebral es, esencialmente, movimiento.

¿QUÉ MANTIENE A NUESTRO MOTOR EN MARCHA?

La experiencia humana empieza con la información acerca del mundo que fluye a través de nuestros sentidos, pero depende de cómo esa información se combine con los

estados internos para producir la acción. El sistema motor se extiende por el cuerpo, de las neuronas de la médula espinal a las neuronas del tronco cerebral y la corteza motriz. Mucho de lo que se ha dicho del cerebro hace referencia a la interacción entre los hemisferios izquierdo y derecho, pero deberíamos realmente pensar más en la interacción entre la parte frontal y posterior del cerebro, las divisiones sensorial y motriz.

Puede que al principiante le parezca que el estudio del movimiento es coser y cantar, pero es muy complejo. Muchas de las estructuras internas que participan en el movimiento están en las profundidades del cerebro, y por eso cuesta examinarlas. Las fronteras entre esas estructuras no son nítidas, y las estructuras y las funciones se solapan. A veces ni siquiera se consulta al cerebro; un golpecito en el tendón patelar, justo debajo de la rótula, dispara un reflejo en unos 50 milisegundos que recorre un circuito con solo una sinapsis hacia y desde la médula espinal; el cerebro no interviene en ningún momento. Pero si usted tropieza mientras anda se convocará a una multitud de circuitos cerebrales que mandan en el equilibrio y la postura. Otros estímulos ponen en marcha secuencias de movimientos que se han aprendido antes. La vista de la comida puede hacer que nos pongamos a comer. Cuando vemos a alguien a quien queremos puede que nos sintamos «movidos» a estrecharlo entre los brazos o a besarlo; y cuando participamos en un debate sobre la asistencia sanitaria nacional nos servimos de una gama de pensamientos multidimensionales, de orden superior, para construir nuestro argumento.

El movimiento es fundamental para la existencia misma de un cerebro. Tiene su interés que solo un organismo que se mueve de un sitio a otro necesite un cerebro. Las plantas aumentan sus oportunidades de llevar adelante la fotosíntesis volviendo las hojas hacia el sol, pero eso se hace por medio de la proliferación celular, no de un cambio de posición. Una criatura marina diminuta, una ascidia, ilustra la idea. En la primera parte de su vida, nada de aquí para allá como un renacuajo. Tiene un cerebro y una médula nerviosa que controlan sus movimientos, pero cuando madura se queda pegada permanentemente a una roca. Desde ese momento, el cerebro y la médula van siendo absorbidos y digeridos. Las ascidias consumen su propio cerebro porque ya no lo necesitan.

Con el tiempo el proceso de selección natural ha reconfigurado el paisaje del territorio cerebral. La corteza motriz primaria y la corteza premotriz están situadas en el lóbulo frontal, una de las partes más avanzadas del cerebro, encargada también de las funciones ejecutivas superiores, como el pensamiento y la planificación. Gracias a él sopesamos, juzgamos y tomamos decisiones teniendo en cuenta las consecuencias y otras respuestas posibles. Este maestro planificador -que Karl Pribram llamaba el ejecutivo y que yo rebauticé en el capítulo 3 como «el director del cerebro»- conduce el espectáculo. Al hacerlo recibe una convergencia de entradas procedentes de otras áreas del cerebro, que usa para planear los movimientos. La corteza motriz primaria controla entonces directamente movimientos concretos.

Mientras que la corteza sensorial, situada justo detrás del área motriz primaria, ofrece una fuente significativa de señales que entran en la corteza motriz, una gran cantidad de información acerca de nuestros pensamientos, experiencias pasadas, emociones y recuerdos guardados inunda también las áreas motrices y aporta significado, profundidad y complejidad a nuestros movimientos y acciones.

Mientras unos circuitos determinados de la corteza frontal aprenden una tarea nueva, muchas neuronas vecinas abandonan lo que quiera que estuviesen haciendo para echar una mano en ese proceso. El territorio del aprendizaje se extiende para acomodar la lluvia de señales que llegan. Una vez dominada y ejecutada unas cuantas veces la tarea, las pautas de disparo quedan establecidas y el comportamiento se vuelve

automático. Ya no requiere una atención consciente. Por eso se puede montar en bicicleta aunque haga veinte años que no se hacía. El saber montar en bicicleta se convierte en una segunda naturaleza y dura toda la vida. La información se condensa y dirige a las estructuras subcorticales que hay en las profundidades del cerebro, donde queda guardada para futuras situaciones. Las neuronas corticales vecinas quedan libres y vuelven a sus tareas anteriores o quedan disponibles para nuevos aprendizajes.

¿Adónde van esos programas? Los hallazgos de Henrietta y Alan Lainer, y los de Michael Merzenich, cuyos monos aprendieron a coger comida de recipientes cada vez menores, dan a entender que podrían ir al cerebelo y a los ganglios basales. Para llegar a ser un superatleta o un concertista de piano hace falta un mecanismo eficiente que transfiera y almacene esos programas. Una persona que pueda mandar abajo más y más secuencias motrices intrincadas podrá realizar movimientos complejos y sin embargo tener tranquila la corteza frontal. Su cerebro superior no estará ocupado «haciendo» y estará más disponible para observar y realizar ajustes, ante los defensas que se le vienen encima en un partido de baloncesto o ante las notas venideras y la dinámica de un concierto.

Para sobrevivir es esencial que se adquieran numerosos repertorios de acciones automáticas. No podríamos sopesar o reflexionar mucho, o nada, ni siquiera centrarnos en algo tan simple como qué ropa vamos a llevar ese día, si tuviésemos que atender conscientemente a cada una de nuestras acciones de forma continua. ¡Bastaría con su rutina mañanera para agotar su corteza! Solo imagínese lo siguiente: suena el despertador, se despierta, tiene que decirle al cuerpo cómo ha de rotar y levantar el brazo, hasta dónde debe extenderlo, cómo ha de moverse el dedo índice, cuánta presión debe aplicar, y todo eso solo para que deje de sonar. Luego tendría que dar conscientemente instrucciones a sus cuatro extremidades y al tronco acerca de cómo deben coordinar una serie de movimientos para que el cuerpo salga de la cama y se levante. Tendría que concentrarse muchísimo, como hacen los niños de un año, para no hacer otra cosa que poner un pie delante del otro y caminar sin caer de bruces. ¿Preparar el desayuno, lavarse los dientes, conducir un coche? Olvídelo. Su corteza se vendría abajo con la carga de las instrucciones motrices.

La misma dinámica se da en el proceso cognoscitivo. Presuponiendo que hubiese usted llegado a la mesa del desayuno, tendría deliberadamente que recorrer los millares de construcciones lingüísticas que tardó usted años en aprender en la escuela elemental solo para leer el periódico de la mañana. Si las muchas rutinas cognoscitivas a las que usted recurre a cada hora del día no se hubiesen automatizado, nunca habría ido usted más allá de las habilidades de un niño.

La corteza frontal aprende, convierte en rutina y procesa las funciones motrices y mentales en paralelo. El movimiento queda inextricablemente ligado a la cognición. La cuestión de cómo se hace la conexión entre los programas motrices y el razonamiento es complicada pero simple. Los procesos fundamentales que ya se dominan se almacenan y ejecutan en el tronco cerebral, los ganglios basales y el cerebelo del cerebro inferior. Las acciones y cogniciones complejas, o muy nuevas, se manejan más arriba en el cerebro, cada vez más hacia la corteza frontal, de manera que se empleen a lo largo del camino un número mayor de regiones cerebrales que puedan ofrecer señales de entrada o una demora para reflexionar. Así participan más neuronas en el reajuste y modelado de una acción o proceso cognoscitivo finales más precisos.

La gestión en paralelo de las funciones motrices y cognoscitivas nos ayuda también cuando tenemos problemas en dominar unas u otras. Por ejemplo, cuando tenemos problemas con un acto cognoscitivo podemos recurrir a uno físico para que nos ayude a salir del apuro. ¿Cuántas veces no habrá sido usted, o alguien conocido por usted,

incapaz de resolver un problema hasta que no ha salido a pasear o a dar una vuelta con el coche, actos claramente motrices gobernados por programas en buena medida automáticos? Los disléxicos suelen mover los labios cuando leen palabras que les son difíciles, totalmente inconscientes de que lo están haciendo; muchos hablamos en voz alta cuando nos topamos con una palabra compleja, o de otro idioma, que no conocemos. En esos casos activamos numerosos centros motores, automáticos y deliberados, para que se ejecute la función cognoscitiva. Para los comportamientos más complicados, es muy posible que usemos muchos niveles del cerebro, coordinados por la integración suave de capas propiciada por la función motriz.

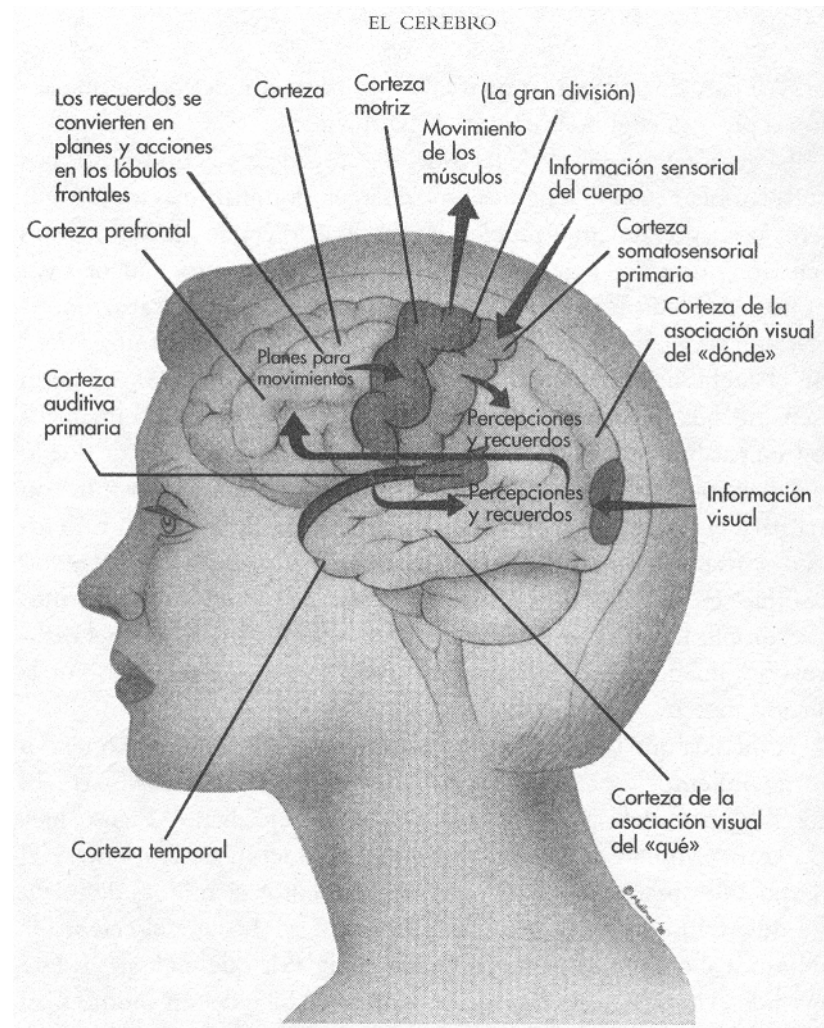
A medida que la vida ha ido siendo más compleja la interconexión de movimientos y procesos cognoscitivos se ha vuelto más fuerte. El filósofo francés del siglo XVII René Descartes dejó dicho: «Pienso, luego existo». Muchos creen todavía en la separación de la mente y el cuerpo. No obstante, hay cada vez más elementos científicos de juicio que muestran que esa es una distinción artificial. Lo que el cerebro le comunica al cuerpo depende en buena medida de qué mensajes le esté enviando el cuerpo al cerebro. Colaboran por el bien del organismo. Casi todas las funciones cerebrales dependen de la retroalimentación de otras áreas del cerebro y del cuerpo. Nos olvidamos de que somos seres físicos. Aprendemos comportándonos, sea mentalmente o en la realidad. El lema del cerebro es: «La supervivencia es lo primero», lo cual significa que cuando nos enfrentamos a algo, hasta a lo filosófico, tomamos la información, le damos vueltas al asunto, lo tocamos, lo rumiamos y luego actuamos.

Cuando funciona como es debido, el sistema motor nos permite ir y venir entre los movimientos deliberados y los automáticos, y la cognición automática y la deliberada. Gracias a esta capacidad, que se da en muy buena medida por sentada, podemos realizar muchas tareas diferentes al mismo tiempo.

DEL SÓTANO A LA BUHARDILLA

Aunque participan en el movimiento diferentes áreas cerebrales, las conexiones entre ellas determinan su actividad. Un modelo conveniente para la organización jerárquica del sistema motor es una casa con un sótano y tres plantas. Cada nivel tiene un equipamiento diferente para realizar y mantener ciertas funciones. Algunas de estas pueden realizarse solo si las señales se envían hacia arriba o hacia abajo por una escalera de subida y de bajada que conecta todas las plantas. Pasar de las funciones automáticas a las deliberadas y viceversa depende de esa comunicación.

En el sótano están el tronco cerebral y la médula espinal, que tienen las redes neuronales fijas que se encargan de acciones interiores fijas también, como mantener los latidos del corazón y los reflejos. El primer piso alberga los ganglios basales y el cerebelo, que dirigen el movimiento y se encargan de hacer que funcionen los aparatos del sótano y de aportar a los pisos superiores información acerca del estado del cuerpo. En el segundo piso se hallan las cortezas motriz y premotriz, que reciben grandes cantidades de información de otras áreas del cerebro y expiden instrucciones al sistema musculoesquelético y a los órganos. En la tercera planta se ubica el nido del águila, la buhardilla, el centro de mando en la corteza prefrontal, donde tiene su despacho el director, donde delibera y elige, desde donde manda las señales que inhiben o excitan las plantas inferiores, y que afectan, entre otras cosas, a cuánto sentimos lo que sienten nuestras tripas y a qué velocidad reaccionamos a ello. El flujo de comunicaciones entre las plantas es constante y reflexivo, y se retroalimenta en sí mismo a medida que avanza cada momento, a fin de que decisiones y acciones sean tan apropiadas como puedan ser.



EL CEREBRO DEL MOVIMIENTO.

Vemos aquí la división burda del cerebro en dos mitades, la frontal y la posterior, marcada por el surco central. La parte posterior del cerebro es la mitad sensorial o de entrada de señales; recibe las que le llegan del mundo exterior y clasifica, procesa y almacena todas nuestras representaciones sensoriales. En la parte frontal del cerebro la corteza se dedica a procesar los programas motrices o señales de salida (usamos esa área para reaccionar a los datos que entran). Ahí es donde planificamos y modelamos nuestras respuestas al mundo, donde creamos las correspondientes estrategias; es el área que se ha adaptado para su utilización en el pensamiento y planificaciones abstractos.

UNA EXPEDICIÓN CARTOGRÁFICA AL CEREBRO

Numerosas pruebas muestran que varios centros del cerebro trabajan concertadamente para orquestar una función particular, tal y como el modelo de la casa predecía. Qué centros se activan en qué pisos depende del tipo de movimiento requerido, la intensidad de la activación y la manera en que el movimiento se activó, aunque algunos tipos de funciones parecen estar más localizadas en ciertas partes del cerebro que otras. Por ejemplo, la visión se procesa en el lóbulo occipital y el habla en el temporal.

Estamos además descubriendo que áreas del cerebro muy asociadas a la ejecución de funciones concretas son en realidad meras estaciones de paso en el proceso de transmisión neuronal, lugares donde convergen señales de entrada procedentes de otras áreas del cerebro, especialmente la emoción, la cognición, la memoria y la percepción,

antes de que el cerebro determine qué acciones y comportamientos ordenará. Es el contexto informativo particular el que brota a través de esas áreas e influye, si no determina, la acción y el comportamiento que seguirá a continuación. A medida que el flujo de información vaya entrando en esas estaciones de paso, se cebarán los circuitos, se cruzará un umbral y se ejecutará un movimiento o se tendrá un comportamiento determinados.

Digamos que está usted caminando por un bosque y aparece de pronto una serpiente. La imagen de la serpiente se procesa en la corteza visual y compara con los recuerdos de otras imágenes de serpientes. Cuando se identifica la «serpiente», se alerta a la amígdala y se inicia una reacción que acabará en una alerta general. Esto activa los ganglios basales, el cerebelo y la corteza motriz para que todos los sistemas del cuerpo se disparen. El corazón bombea más fuerte y los músculos de las piernas se contraen. Los ojos quedan fijados en la serpiente cuando la cabeza gira para seguir su movimiento. Puede que se ponga a correr, y cuando el lóbulo frontal participa por fin, usted puede determinar si le entra el pánico o si se relaja.

Todos los sistemas tienen que actuar de manera concertada entre sí.

La ausencia de uno de ellos afectará a todo el tren de asociaciones, y puede que la decisión no se tome nunca. Por lo tanto, decir que la decisión de escapar se toma en la corteza frontal no es en realidad cierto, pues es solo el paso final, que depende de los cálculos hechos en muchas otras regiones del cerebro.

Tenemos, por lo tanto, que ser muy cautos cuando se nos presente un mapa bien ordenado y limpio del cerebro. Durante seis décadas los científicos han creado mapas cerebrales que reflejan las «últimas» investigaciones. Los mapas han evolucionado: de ser retículas en que cada punto correspondía a un punto han pasado a ser embarulladas configuraciones donde se solapan complicadas áreas. Un frenólogo y un geógrafo viven en nosotros: queremos saber dónde y cómo. Pero el cerebro no está organizado así.

Uno de los primeros mapas de las funciones motrices lo dibujó en los años treinta un neurocirujano canadiense, Wilder Penfield, que estudiaba a epilépticos. Identificó en la corteza motriz primaria unas áreas precisas que eran directamente responsables de partes concretas del cuerpo; los pies y las piernas quedan en un extremo del mapa, seguidos por el tronco, los brazos, las manos y el rostro. Esta imagen es conocida como el «homúnculo motor». Hoy, sin embargo, más que un mapa organizado espacialmente, hay uno de combinaciones de músculos dispuestas de maneras útiles, como los registros de un órgano, que se utilizan cuando se necesita una determinada combinación de sonidos. En este esquema, ciertas neuronas podrían controlar un conjunto coordinado de músculos para producir una resultante con muchos movimientos, como ocurre cuando se quiere alcanzar algo, y se añadirían otras que afinasen ese movimiento resultante hasta definirlo de manera concreta, hasta convertirlo en la acción de coger aplicada a un determinado clip.

Pese a que no haya áreas concretas del cerebro que sean las únicas responsables de la ejecución de un movimiento determinado, e incluso aunque varios centros del cerebro trabajen concertadamente para coordinar una función motriz concreta, no deja por ello de haber estructuras cerebrales básicas que son cruciales para las funciones básicas en y entre las cuatro plantas del modelo de la casa.

EL CEREBRO

Los ganglios basales y el cerebelo de la primera planta proporcionan un control básico del movimiento y almacenan muchas de nuestras reacciones primitivas, así como muchos de los programas aprendidos que se han vuelto automáticos. Justo al lado de

ellos está el sistema límbico, de ahí la estrecha relación entre emociones y movimientos, y los sentimientos ligados a las consecuencias emocionales de nuestras acciones. Esto explica por qué pueden acompañar cambios emocionales a ciertas dolencias que guardan relación con el movimiento; por ejemplo, no es raro que la depresión acompañe al mal de Parkinson.

El cerebelo, en la primera planta, es en primera instancia el responsable del equilibrio, la postura y la coordinación. Como gracias a él podemos ir desplazando rítmicamente la atención, tiene una gran participación en la mayoría de los sistemas, si no en todos. Cerebelo significa en latín «cerebrito», y a veces parece como si tuviese su propia mente. La información relativa al movimiento y posición del cuerpo entra en el cerebelo, donde se la procesa. Se envían entonces instrucciones para modificar la postura y coordinar los movimientos musculares. Esto tiene una importancia más fundamental de lo que puede parecer. Para que puedan realizarse los movimientos, el cerebro debe conocer la posición y la velocidad del cuerpo y de cada extremidad, y dónde está usted en el espacio y en el tiempo. La orientación espacial y la postura son esenciales para saber «dónde se está». La única razón de que usted permanezca erguido y la gravedad no le haga caer es la vigilancia constante del cerebelo. Ajusta los cambios reactivos de la postura en el tronco cerebral, que manda mensajes médula espinal abajo, los cuales controlan los músculos que enderezan y extienden el tronco y las extremidades y luchan contra la fuerza que tira hacia abajo. Esta increíble hazaña se lleva a buen término incesantemente, sin que nos demos cuenta.

En la segunda planta están las cortezas motriz y premotriz, que controlan cosas como los movimientos especializados del rostro y de las extremidades, en particular los movimientos de manipulación en que participan el brazo, la mano y los dedos de las manos. Se pueden ver buenas pruebas de la extensa interconexión y la retroalimentación entre las distintas plantas estudiando los efectos de la corteza motriz. Por ejemplo, cuando somos felices sonreímos y cuando sonreímos nos sentimos más felices. Uno de los principios más importantes de la neurología que han ido configurándose en los años noventa es el de que la retroalimentación entre las capas o niveles del cerebro es bidireccional; si se activa un nivel inferior, se activa uno superior, y si se activa uno superior se activa uno inferior. Por eso puede que sonreír mejore nuestro estado de ánimo.

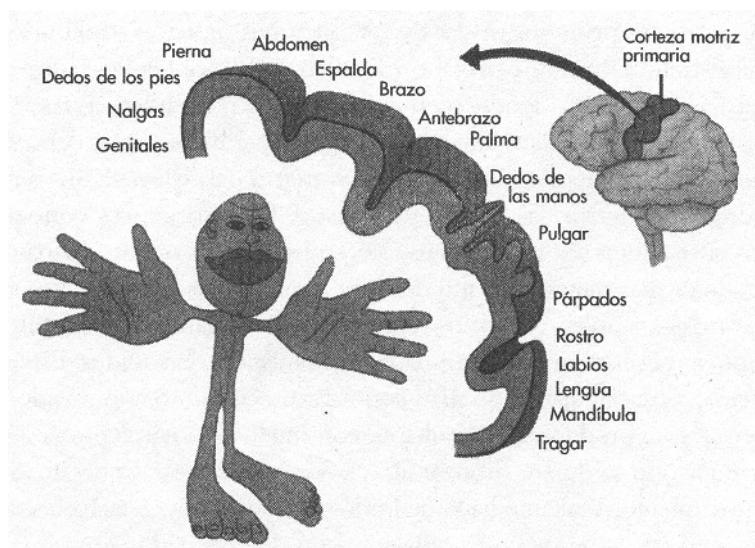
Algunos movimientos fundamentales no requieren comunicación entre los niveles. Por ejemplo, aunque los escáneres de la TEP indican que la corteza motriz está activa mientras se camina, trepa y nada, las ratas podían caminar, trepar y nadar tras extirparles la corteza cerebral. Algunos niveles pueden también sustituir a otros en ciertos casos; las mismas ratas que no tenían corteza podían todavía comer, beber, cuidar las crías e ir por comida, pero no sujetaban demasiado bien la misma y no podían mover un dedo solo. Se había eliminado la segunda planta, pero la primera y el sótano se hicieron cargo, si bien los movimientos que controlaban eran menos refinados.

La bien conectada corteza motriz dirige acciones complejas que requieren la coordinación de varios músculos. En ciertos aspectos actúa --conforme a la analogía que ahora nos es familiar-- como el director de la orquesta. Sin él, los músicos pueden tocar juntos, pero a veces habría sonidos caóticos o aleatorios. Lo que transforma la música en una sinfonía es el director, que mantiene una conexión con todos los músicos y supervisa la orquesta en su conjunto. El director controla también quién toca y cuándo, y si lo hace deprisa o despacio, fuerte o suave. La retroalimentación es importante, pues el director escucha y recibe información acerca de qué está haciendo la orquesta entera para efectuar ajustes, como refrenar o acelerar a los diferentes intérpretes. El director hace que el sistema completo tenga un sentido.

La corteza motriz supervisa múltiples músculos que crean movimientos, que van desde apretar simplemente el botón del ascensor hasta hacer ejercicios gimnásticos o atarse los zapatos. Proporciona la organización de movimientos suaves, medidos temporalmente, rítmicos entre las muchas estructuras cerebrales y la médula espinal. Los monos que tienen lesiones en su corteza motriz pueden rehabilitarse y hacer muchos movimientos simples que dependan en buena medida de un solo músculo, como flexionar y extender los puños. Pero nunca recuperarán la capacidad que tenían de hacer movimientos fluidos en diagonal, porque eso requiere el uso de muchos músculos a la vez; tendrán que hacer los movimientos en dos partes, usando dos músculos diferentes, uno cada vez. El resultado es un movimiento a saltos, como el clásico número de Charlie Chaplin en el que levantaba una pierna para dar un paso, pero la detenía en el aire y la retenía allí hasta que decidía lo que iba a hacer a continuación.

Si no está lesionada, la corteza motriz tiene una plasticidad asombrosa. Es diferente, por ejemplo, en el cerebro de un violinista profesional que en el nuestro. Tocar un instrumento de cuerda requiere una destreza manual considerable y la estimulación sensorial de la mano izquierda, que hace presión constantemente sobre las cuerdas. La IRM revela que la región neuronal que representa a los dedos de la mano izquierda (menos el pulgar) de quienes tocan instrumentos de cuerda es sustancialmente mayor que la del resto de la gente, tanto en la corteza motriz como en la sensorial. La representación correspondiente del pulgar, que no interviene activamente en tocar el violín, es normal.

Muchos factores afectan a la actividad motriz, entre ellos algunos en los que no pensaríamos de inmediato, como la motivación. Parece que el giro cingulado anterior, que también está en la segunda planta, desempeña un papel crucial en la iniciación, motivación y en los movimientos dirigidos a una meta. Está bien interconectado con la amígdala y otras estructuras del sistema límbico que regulan nuestras emociones, el mecanismo de huir o luchar y el aprendizaje emocional condicionado. En breve, evalúa la importancia de algo, determina una respuesta apropiada y decide con qué rapidez se la ejecutará.



UN HOMÚNCULO MOTOR. Los neurocientíficos han empleado diversos homúnculos, u «hombrecillos», figuras distorsionadas del cuerpo humano, para mostrar cuánto espacio se dedica en la corteza a zonas concretas del cuerpo. Los sistemas motor y sensorial van más o menos en paralelo, y el «hombrecillo» dibujado aquí ilustra cuánto espacio cortical tienen reservados los labios, las manos, la boca y los pies, que han adquirido en nuestras vidas una importancia mucho mayor que en los primates que nos antecedieron.

PLANIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN

La planificación de las acciones motrices de un momento a otro está claro que es crucial para la vida diaria. Una parte de la planificación motriz consiste en tener una idea de qué se va a hacer, de planificar una acción y de ejecutarla por fin. Se planean acciones nuevas con el conocimiento de la información sensorial y de experiencias pasadas y de las sensaciones que las acompañaron. Cuando se produce la planificación motriz la persona es capaz de abordar una tarea nueva organizando una nueva acción, como cuando un párvulo que se encuentra por primera vez con un juguete en el que tiene que montarse es capaz de descubrir cómo subir y bajar de él.

Los factores psicológicos y contextuales afectan a la fisiología del cerebro motor. Entendemos un poco cómo sucede fijándonos en la apraxia ideomotriz, o AIM: cometer errores en la producción de los movimientos necesarios para trabajar con objetos similares a las herramientas cuando no hay detrás una dolencia que afecte al movimiento o al lenguaje. Está asociada a muchas enfermedades del sistema nervioso central y a menudo se observa que la padecen los que han sufrido un accidente vascular cerebral o sufren una demencia degenerativa, como el mal de Alzheimer. Por ejemplo, cuando se le pide a alguien que padece AIM que represente la pantomima de que están usando unas tijeras, mueven los dedos como si fuesen las hojas, en vez de poner las manos como si estuviesen agarrando las tijeras. Usan las partes de su cuerpo como si fueran las herramientas mismas.

También la intención y la actitud pueden afectar a la función motriz, cuando Antony Marcel, de Cambridge, Inglaterra, pidió a unos pacientes con AIM que cogiesen un cilindro que tenía más o menos el tamaño de un vaso y representasen que bebían, no pudieron hacerlo. Pero cuando se les pidió que lo hiciesen mientras comían de verdad les salió mejor. Cuanto más sentido tuviese la tarea o la intención mejor era la actuación de los pacientes; el contexto y el significado de la situación en que se aprende un acto motor afecta a lo bien que lo aprenderemos. Cuanto mayor sea la relación del acto con cosas que sean importantes -comer de verdad en vez de coger un vaso imaginario-, más fácil será aprender y secuenciar los movimientos o el comportamiento. La consecuencia de esto, y vale para todos, es que si podemos ver un reto en las cosas de cada día y si a la receta le añadimos ánimos, práctica y apoyo, conseguiremos que haya más neuronas -en nosotros mismos o en otros- disponibles para aprender.

TRASTORNOS DEL MOVIMIENTO Y SU CORRECCIÓN

La ciencia está aprendiendo más acerca de la función motriz gracias a las dolencias que afectan al movimiento causadas por accidentes; últimamente han recibido mucha atención. El trágico accidente ecuestre que dejó a Christopher Reeve paralizado del cuello para abajo hizo que hubiera una mayor conciencia pública de los efectos devastadores de las lesiones cerebrales y de la médula espinal. Reeve se ha convertido en un portavoz público: ha instado al Congreso de Estados Unidos a que asigne más fondos a las investigaciones sobre la reparación del tejido nervioso aplastado, ha incitado a fundaciones y organizaciones a que costeen esos trabajos. Su coraje y persistencia han infundido además a los neurocientíficos la esperanza de encontrar formas inéditas, innovadoras, de reparar los daños sufridos por el sistema motor.

Aquí de nuevo, las creencias tradicionales acerca de la estructura y la función del cerebro se ponen en entredicho. Se pensó en algún tiempo que si un área determinada del cerebro estaba dañada, una función determinada se perdía. Se creía también que los

daños cerebrales eran permanentes, que el cerebro no podía ser reparado ni repararse por sí mismo.

Hay documentados muchos casos de pacientes con daños en el cerebro o en la médula espinal que han mostrado una mejora considerable. Esto vale tanto para la función motriz perdida como para otras funciones cerebrales, el lenguaje por ejemplo. Estas recuperaciones increíbles, como las que hemos visto en personas a las que se han extirpado partes considerables del cerebro, se atribuyen en buena medida a las estrategias que los cerebros de esos pacientes han creado para compensar los daños.

Los investigadores están explorando las capacidades naturales de reparación de las lesiones nerviosas que tiene el cerebro. Neuroplasticidad es una palabra nueva que se refiere a la capacidad de las células nerviosas de cambiar y modificar su actividad como respuesta a los cambios del entorno. Esta puede ser instrumental para la capacidad de las células cerebrales de resistir o superar lesiones y enfermedades. Las investigaciones recientes dan a entender que aunque una neurona dada pueda exhibir una función concreta, es probable que intervenga también en otras. La capacidad de las neuronas de realizar más de una función puede tener consecuencias importantes a la hora de ayudar a personas que han padecido lesiones cerebrales o medulares a recuperar la pérdida motriz.

Un polémico tratamiento de los daños cerebrales es el que trasplanta tejido cerebral sano procedente de fetos abortados. Los primeros trasplantes, de hace diez años, suscitaron un revuelo en la prensa. Los periodistas sacaron a relucir tópicas alusiones a Frankenstein de una manera que anticipaba las reacciones más recientes a la clonación de ovejas. Como el presidente Clinton haría más tarde con la clonación humana, el presidente Bush (padre) prohibió las nuevas técnicas que usaban tejidos fetales, o si era imposible, cortaba las subvenciones federales a esas investigaciones. Entonces como ahora, los investigadores defendieron el valor de lo que estaban haciendo y siguieron trabajando en universidades europeas y en proyectos financiados privadamente en Estados Unidos. El veto presidencial a los experimentos se levantó en 1993.

No obstante, en parte como resultado de ese comienzo, no se ha completado nunca ningún ensayo clínico concluyente de este procedimiento. Desde que se hicieron los primeros injertos en las universidades de Lund, en Suecia, y de Colorado, en Denver, se han efectuado solo unos cientos de trasplantes, así que no habido ningún grupo de pacientes lo suficientemente grande como para que arrojará resultados significativos. Como consecuencia el valor real del tratamiento solo se está empezando a dejar ver.

El objetivo básico han sido los enfermos de Parkinson, cuya substantia nigra, en la base del cerebro, deja de producir dopamina en algún momento alrededor de los cincuenta años. La dopamina es esencial para el transporte de las señales entre las neuronas. Normalmente la substantia nigra aporta dosis de dopamina al striatum para coordinar el movimiento. Su ausencia significa que no hay un movimiento suave de los músculos. Una manera de restaurar el suministro de este neurotransmisor, dice la teoría, sería reemplazar las células de substantia nigra con otras que funcionen, y una buena fuente de células de este tipo serían los cerebros de los fetos abortados.

Según Curt Freed, uno de los pioneros de la Universidad de Colorado, alrededor de dos tercios de los pacientes de Parkinson mejoran con los injertos fetales. La mitad de esos puede abandonar la medicación por completo y conservar una apariencia normal. Un estudio de Olle Lindvall, que contribuyó a poner en marcha las investigaciones de Lund, apunta que la remisión podría durar hasta seis años.

Pero las cifras siguen abiertas a debate porque no se ha usado una técnica estándar para hacer los trasplantes. Hay desacuerdos acerca de cuánto tejido fetal ha de injertarse (hasta ocho fetos se han empleado para algunos pacientes), cómo se dispersa mejor el

material en el cerebro adulto para asegurar un buen resultado y por qué un tercio de los pacientes no mejora. Los ensayos a gran escala comenzados hace poco en Estados Unidos deberían dar pronto respuestas.

Los investigadores están ahora tratando de hacer frente a la corea de Huntington (conocida ahora como enfermedad de Huntington), que afecta también al striatum y tiene unos efectos aún más desagradables que el mal de Parkinson. Este, al menos, puede contenerse con el fármaco L-dopa, pero por ahora no hay alivio o cura para el curso progresivo de la enfermedad de Huntington.

Aunque se probase que los trasplantes son eficaces, habría que tener en cuenta graves inquietudes morales. Los legisladores se están esforzando por asegurar que la decisión de abortar de una mujer no está influida por el dinero o por la idea de que el tejido de su feto podría ayudar a una víctima del Parkinson. Una serie de estados de Estados Unidos prohíbe todavía el procedimiento.

Nuevas técnicas podrían hacer que el debate dejara de tener sentido. Los investigadores de la Escuela de Medicina de Harvard han mostrado que las células nerviosas de fetos de cerdo pueden sobrevivir y madurar en el cerebro de un paciente de Parkinson tanto como los injertos humanos. Solo una docena de pacientes de Parkinson y una docena de aquejados con la enfermedad de Huntington han recibido esos trasplantes, pero el porcentaje de recuperaciones es parecido al de los trasplantes humanos. Más de la mitad exhibían una mejoría seis meses después de la operación; habían recuperado parte de su control motor. No obstante, trasplantar células de cerdo a seres humanos sigue estando sujeto a controversia, porque conlleva el riesgo de que al mismo tiempo se trasplanten enfermedades porcinas (que podrían ser contagiosas).

Hay otra opción: generar células de reemplazo procedentes del cerebro del propio paciente en un cultivo de tejidos. Investigaciones recientes han echado abajo el viejo dogma de que los cerebros adultos no podían regenerarse. Se creía que las células madre neuronales -que se dividen para producir células nerviosas en un cerebro embrionario- se extinguen en la edad adulta. Sin embargo, Brent Reynolds y Sam Weiss, de Neurospheres, una empresa biotécnica canadiense, han mostrado que las células madre están todavía bien vivas en los adultos. Solo hace falta encenderlas de nuevo. Se las incita a ello con factores de crecimiento, unas moléculas que estimulan el crecimiento de los tejidos encendiendo y pagando genes y conservando después los órganos maduros. Reynolds ha mostrado en experimentos controlados que se puede lograr que las células madre tratadas con factores de crecimiento produzcan nuevas células nerviosas. Si se puede tener éxito al reimplantarlas en el cerebro del paciente resolverían el problema sin dudas morales y sin tener que preocuparse por el rechazo o por enfermedades.

Pero Ontogeny, una empresa de Cambridge, Massachusetts, anda tras otra posibilidad: trabaja con una proteína potente pero de nombre improbable, el «erizo sónico». Es uno de los factores de crecimiento que --al menos en el laboratorio-- transforma las células madre directamente en productoras maduras de dopamina. Ontogeny apuesta a que podrá hacer lo mismo *in vivo*. Sus investigadores están inyectando ahora directamente erizos sónicos en los cerebros de los ratones para ver qué pasa. Las pruebas con seres humanos vendrán más tarde.

Arrgen, una de las empresas biotécnicas más grandes y antiguas, está ya con ensayos clínicos de un factor de crecimiento llamado GDNF. Estos requieren, eso sí, inyectar regularmente GDNF directamente en el cerebro. Lo mismo pasará seguramente con los de Ontogeny. Esto quiere decir que hay que abrir un agujero en el cráneo del enfermo y encajarle un catéter.

Lo más fácil sería, pues, injertar los medios de producir los factores de crecimiento directamente en el lugar correspondiente. Fred Gage, del Instituto Salk de La Jolla, en California, y Mark Tuszynski, de la Universidad de California en San Diego, han estado experimentando con sencillas células de la piel. Extraían algunas células de la piel de sus animales de laboratorio, añadían unos genes nuevos para incitarlas a generar factores de crecimiento neuronales y dejar luego que se multiplicasen. Después reimplantaron las células hijas en las áreas dañadas. En unas ratas con las médulas espinales cortadas a las que se les injertaron esas células, han vuelto a proliferar neuronas y se han restablecido algo las funciones deterioradas.

En la Universidad de Florida en Gainesville se sigue un enfoque diferente de la reparación de la médula espinal; allí, Douglas Anderson y Paul Reier se disponen a trasplantar médula espinal fetal a pacientes cuyas propias médulas fueron aplastadas, como pasa en aproximadamente dos tercios de todas las lesiones medulares. Cuando se experimenta con animales, esos trasplantes maduran en células nerviosas adultas, se van injertando en la médula dañada y restauran al menos un poco de movimiento en un cuerpo por lo demás paralizado. Esta técnica, aunque prometedora, recupera la cuestión del aborto.

Puede que el progreso de los trasplantes y la regeneración suscite discusiones aún más amplias porque esas técnicas se están aplicando ya a otras dolencias. La médula ósea tiene células madre que reponen los glóbulos rojos y blancos de la sangre un día sí y otro también durante docenas de años. Se cree que la piel, el hígado, los intestinos y quizá otros órganos tienen sus propias células madre que reemplazan las células lesionadas o muertas. Los investigadores intentan analizar cómo podrían servir los trasplantes y la regeneración para aliviar las enfermedades que afectan a esos sistemas. El profesor Jeffrey Gray, del Instituto de Psiquiatría del hospital Maudsley de Londres, ha puesto en marcha investigaciones para estudiar si los trasplantes o la regeneración podrían reemplazar las células del cerebro que mueren por falta de oxígeno en un accidente vascular cerebral o en un ataque cardíaco.

También hay esperanzas de llegar a entender mejor cómo puede el cerebro reorganizarse por sí solo alrededor de las zonas dañadas. William Jenkins y Michael Merzenich, de la Universidad de California en San Francisco, hicieron hace poco un experimento con monos para determinar si el adiestramiento o la rehabilitación reorganizaban o no. Se adiestró a los animales para que mantuvieran contacto manual con un disco rotativo cuando querían plátanos. El adiestramiento provocó una clara reorganización de las regiones cerebrales que no se observaba en los monos no adiestrados. Y las diferencias duraban un tiempo considerablemente largo una vez se interrumpía este. La investigación muestra que el adiestramiento puede producir una reorganización funcional de la corteza cerebral y que tiene importantes aplicaciones en las terapias de rehabilitación. Ofrece además una corroboración adicional de la idea de que cuando media una recompensa, especialmente una que sea básica para la supervivencia (la comida), el cerebro puede reclutar rápidamente neuronas extra para que le ayuden a adaptarse.

EL INFLUJO DE LA ATENCIÓN Y LA EMOCIÓN

Pensar en quienes tienen que luchar por hacer incluso los movimientos más básicos nos recuerda que, pese a todas nuestras grandes ideas y planes, el cerebro es antes que nada el órgano supremo de la supervivencia. La toma de información, su procesamiento, el reaccionar a ella están impulsados por lo que se necesite para conseguir que el dueño del cerebro sobreviva. Por lo tanto, la función motriz tiene lugar bajo el influjo de la

atención y la emoción, que han evolucionado para calibrar el peligro inminente y reaccionar rápidamente. La atención y la emoción son los procesos primarios de que se sirven nuestros cuerpos y cerebros en el esfuerzo combinado por tirar adelante y sobrevivir frente a retos continuos. Nuestros cerebros se valen de la atención para inspeccionar constantemente nuestros entornos internos y externos, y determinar qué es importante y qué no. La emoción proporciona una evaluación rápida, general de la situación que bebe de poderosos valores y necesidades internos. Está claro que estos sistemas influyen fuertemente en el sistema motor y que este les influye fuertemente a su vez.

El sistema de la atención más fundamental es el relativo a la reacción de huir o luchar. Saber cómo funciona ilustra cómo la atención, la emoción y los sistemas motores trabajan unos con otros y unos en otros.

Suponga que va andando por una avenida de una ciudad populosa siguiendo las instrucciones que le han dado para llegar a un apartamento que no ha visitado antes. Un poco perdido, se aventura por un callejón oscuro y lleno de desperdicios. De pronto oye un sonido fuerte, como de algo que se estrella, detrás de usted. Las señales de los oídos se dirigen hacia la corteza. En el camino algunas toman un corto desvío que las lleva a la amígdala, que comprueba si hace falta una reacción inmediata. Este diminuto cúmulo -de células cerebrales le grita al sistema nervioso autónomo: «¿Qué es eso? Mira a ver. Entérate. ¡Alerta!».

El sistema nervioso autónomo supervisa las funciones vitales del cuerpo por medio de las señales subconscientes que se originan en el giro cingulado anterior y las repite hacia el hipotálamo y la médula espinal. Tiene dos ramas recíprocas y complementarias: los sistemas nerviosos simpático y parasimpático. Estos mandan a las neuronas que regulen los órganos internos, como el corazón, los pulmones, el estómago y los genitales. Se equilibran y contrarrestan entre sí para mantener el cuerpo automáticamente en el tono justo y sin que seamos conscientes de los cambios. Esto deja libre la corteza para que se entregue a los servicios conscientes de ver, hablar, oír, pensar, sentir emociones y realizar movimientos voluntarios.

Instantes después de que la amígdala grite que hay una emergencia, el sistema parasimpático suspende, brevísimamente siempre, el latido cardíaco, la respiración y otras funciones internas. Acalla todos los sistemas de manera que usted pueda tomar completamente la información y centrarse en percibir y evaluar, y crea una dilación corporal para que la corteza pueda evaluar eficientemente qué puede que sea ese sonido antes de que usted reaccione. Pero un instante después el sistema nervioso simpático está incrementando su presión sanguínea, pulso y respiración, y produce adrenalina para que los músculos puedan hacer que usted se dé la vuelta y se prepare para luchar o huir.

Mientras pasa eso, las señales perceptivas y de alerta llegan a la corteza frontal, que evalúa la situación y decide si hay peligro o no. Si determina que un gato ha volcado una lata metálica, calma a la amígdala diciéndole: «No hay nada que temen». Las señales procedentes del sistema simpático se invierten. La presión sanguínea baja y las pulsaciones cardíacas vuelven a ser normales. El cerebro inferior entrega el control a las porciones superiores del cerebro. Usted empieza a «pensar» en qué está pasando en vez de limitarse a reaccionar.

Si un hombre mal encarado está moviendo una pistola en el aire se mandan inmediatamente señales al hipotálamo. Al contrario que otras reacciones que requieren un proceso de toma de decisiones, esta elude la corteza superior, de forma que se puedan emprender acciones inmediatamente. Como desempeña un papel crucial en la regulación de los sistemas corporales, se suele decir del hipotálamo que es el cerebro del cerebro. Se segrega CRF, la hormona cerebral del estrés, que incrementa la ansiedad y la

vigilancia y acaba por mandar instrucciones a las glándulas suprarrenales para que segreguen epinefrina (adrenalina) y cortisol, la hormona del «estrés», a fin de que usted esté preparado para actuar. El hipotálamo dirige también la glándula pituitaria, la glándula maestra del cuerpo, que segrega hormonas que afectan a cada glándula principal del cuerpo. Estos sistemas reactivan la amígdala y el tronco cerebral, y el sistema simpático pone la quinta marcha para que usted corra como no ha corrido jamás.

Cómo responden estos sistemas en el caso de que haya una sorpresa en un callejón desconocido o en situaciones que no amenazan la vida depende en cierto grado de la historia de la persona. Los individuos que son por lo general tranquilos emplearán una fracción de segundo más en la respuesta parasimpática para reunir la información y evaluar mejor antes de reaccionar. Pero quienes tienen un historial de reacciones excesivas pueden que huyan, o al menos se apresuren, incluso aunque no perciban un peligro evidente. Los ansiosos desarrollan una ruta neuronal exageradamente eficiente desde la amígdala a una respuesta simpática. Si esta ruta está muy bien diseñada, el cerebro se hiperexcita instantáneamente a la orden de «¡Atiende! ¡Atiende! ¡Atiende!». Estas señales excesivas imposibilitan la concentración de la corteza frontal porque el ruido y la fuerte señal de pánico se enseñorean del grueso de los recursos de la corteza frontal.

Este tipo de mecanismo de reacción «pasado de rosca» es el que puede causar ansiedad ante cómo va a rendir uno. Si las personas que tienen antecedentes de sentirse ansiosas cuando están frente a un grupo tienen que subir a un estrado, ponerse allí tras un atril y hablar, es posible que se vean arrojadas a un estado reactivo hipervigilante. Su ansiedad excita el sistema nervioso simpático. Esto, a su vez, desencadena reacciones hormonales y celulares que hacen que sus músculos se tensen. El ritmo cardíaco y la presión sanguínea suben y la respiración es más débil. Estos cambios fisiológicos mandan de vuelta una señal de atención al cerebro que dice: «Estás tenso, estás tenso, estás tenso. ¡Ay, chico!, son malas noticias, son malas noticias. Compruébalo todo». Una espiral de ansiedad se pone en marcha: el bucle de retroalimentación se amplifica solo y a cada ciclo es más fuerte. Una vez más, la señal fuerte se enseñoorea de una parte excesiva de los recursos de la corteza frontal, y no queda lo suficiente para que la corteza una las palabras en su disertación, o quizá hasta para que coordine las órdenes motrices de la boca y las cuerdas vocales. Esos oradores se quedan «sin palabras». El consiguiente mensaje que le llega al cerebro de que no salen sonidos de la boca amplifica, claro está, aún más la ansiedad. Se acabó su tiempo. Siéntese.

Algunas personas propensas a la ansiedad y que sin embargo pronuncian discursos y hacen otras cosas por el estilo, cuentan con la ayuda de unos fármacos llamados betabloqueantes, como el propranolol y el nadolol. Bloquean el aporte a los músculos grandes de adrenalina -la hormona suprarrenal-, que hace que se tensen en el momento en que se preparan para luchar o huir. Disminuyen además la presión sanguínea y el pulso, con lo que rompen la retroalimentación en espiral entre el cuerpo y el cerebro.

Paradójicamente, un poquito de ansiedad ante la propia actuación puede ser algo bueno. Muchos actores, por ejemplo, dicen que en realidad les viene bien una pizca de pánico al escenario porque «les pone en tensión» y confiere a su actuación más pasión y energía. La atención incrementada y los sistemas de emoción que participan en un cierto grado de reacción de supervivencia se ven impelidos a un rendimiento superior gracias a la activación de una atención más aguda en la corteza frontal. En realidad, la estimulación no es otra cosa que una cantidad moderada de estrés y de activación.

LA EXPRESIÓN DE LAS EMOCIONES

A no ser que nos encontremos en una situación de luchar o huir, nos tomamos los milisegundos necesarios para «pensar» antes de reaccionar a los estímulos que nos llegan. En buena parte de ese pensamiento participa el sistema de las emociones.

La mayor parte de la información sensorial que entra se manda primero al tálamo, que la reexpide a los lóbulos sensorial y frontal para analizarla con detalle y reaccionar a ella. Pero cuando llega una información cargada emocionalmente el tálamo la envía por una ruta más rápida a la amígdala, sin que penetre en el cerebro superior; no hay tiempo para pensar en cómo hay que reaccionar. La amígdala, basándose en la limitada información sensorial que ha recibido, se vale de categorizaciones primitivas, generales las emociones primarias- para activar una respuesta inmediata agresiva o defensiva. Las redes corticales especializadas del hemisferio derecho y los lóbulos frontales se encargan de las emociones secundarias y de modular las respuestas emocionalmente más primarias de la amígdala y del sistema límbico.

El movimiento es una expresión física de la e-moción (moción, recuérdese, es «acción o efecto de mover»). Por ejemplo, antes de que nos sintamos tristes, la memoria, una situación actual o un futuro imaginado provocan un pensamiento. Mientras sucede esto, se produce una batería de sustancias químicas y de hormonas que actúan como mensajeras internas por nuestros cuerpos. La fisiología que se crea cambia cómo nos «sentimos» internamente. Nuestros sentimientos internos, o «emociones», pueden conducir también a cambios físicos, como la producción de lágrimas por los lagrimales. Puede también que cambien estados corporales como la respiración, la presión sanguínea, el pulso, el ritmo cardíaco.

Nosotros y los miembros de otras especies comunicamos nuestras emociones sobre todo por medio de gestos faciales. Estas y otras expresiones de emoción, como llorar y reír, están controladas por la amígdala y el tronco cerebral. La mejor prueba de ello la da una enfermedad denominada parálisis pseudobulbar, que está causada por el deterioro del rendimiento de la corteza motriz, en el segundo piso. Los individuos que padecen esta dolencia no pueden mover voluntariamente los músculos faciales; no obstante, los sucesos exteriores todavía pueden provocar risas, lágrimas y expresiones faciales de emoción. Esa respuesta la da el primer piso, que sigue intacto.

Más fascinante aún es la diferente localización del control motor de los movimientos relativos a las emociones y del control del movimiento voluntario del mismo tipo. Por ejemplo, cuando un accidente vascular destruye la corteza motriz del hemisferio izquierdo del cerebro, el paciente experimenta una parálisis del lado derecho de la cara. Cuando se le pide que sonría no puede mover el lado derecho de la boca. En cambio, cuando a ese mismo paciente se le cuenta un chiste y se ríe espontáneamente la sonrisa es normal: los dos lados de la boca se mueven como deben. La corteza no puede ejercer su control usual sobre los músculos, pero estos pueden aún responder a las reacciones más automáticas e implícitamente aprendidas del primer piso (los ganglios basales).

MEMORIA, PENSAMIENTO Y APRENDIZAJE

Como hemos visto, la función motriz del cerebro afecta a muchos más factores que el mero movimiento físico. Es crucial para las demás funciones cerebrales la percepción, la atención, la memoria- y por lo tanto afecta a los procesos cognoscitivos superiores de la memoria, el pensamiento y el aprendizaje. Vendrá bien como ilustración de las conexiones íntimas de estos sistemas imaginar la siguiente situación:

Ve que va a llegar tarde al trabajo y no encuentra las llaves. Se rasca la cabeza mientras intenta recordar dónde las puso la última vez: «¿Cuándo fue la última vez que las cogí?». Puede que se quede frustrado (una emoción) cuando extienda los dedos uno a uno (un movimiento) para contar (un pensamiento) los lugares donde las ha podido dejar. Puede que se hable a sí mismo en voz alta mientras hace eso. Quizá se vea mentalmente volviendo a casa ayer; al fin y al cabo, para coger el coche le hicieron falta las llaves. Sus músculos faciales, su postura, la velocidad a la que respira habrán cambiado para reflejar su emoción o su frustración. De pronto, las encuentra. Sonríe mientras piensa para sí mismo: «Ahora puedo marcharme».

En cada paso de esta situación el movimiento o la acción corren paralelos al pensamiento, la memoria y la emoción. Incluso aunque asociásemos en general el pensamiento con la actividad puramente cognoscitiva, ¿no podría ser que la función motriz fuese el hogar de la cognición y que el «pensamiento» no consistiese en otra cosa que en evaluar, ordenar y decidir acerca de los planes de actuación? ¿Cómo se integra el sistema motriz en el proceso cognoscitivo?

La actividad motriz tiene lugar en tres etapas. En la primera analizamos los datos que vienen de fuera y de dentro. Luego formulamos e inspeccionamos un plan de respuesta. Por último, lo ejecutamos. La segunda etapa de formular e inspeccionar el plan de respuesta es donde interviene el procesamiento de pensamientos.

Pensar es un proceso, una función biológica realizada por el cerebro. El procesamiento de los pensamientos es el acto de recibir, percibir, comprender, guardar, manipular, inspeccionar, controlar y responder al torrente continuo de datos. La capacidad de ligar las informaciones de las áreas motriz, sensorial y de asociación memorística es crucial para el procesamiento de los pensamientos y la facultad de considerar y planificar acciones futuras.

El cerebelo tiene mucho que ver con la integración de la información y los tiempos con que se la procesa, y ambas cosas son fundamentales para el pensamiento, el aprendizaje y la memoria. Establecer los tiempos ofrece ese sentido, del que tanto dependen, de cuánto tardará algo, como cuando hay que considerar la cantidad de tráfico de una calle para juzgar cuándo se podrá cruzarla con seguridad. Nos basamos en nuestros relojes internos y en nuestros recuerdos de cuánto parecieron durar esas acciones la última vez. Nuestros programas motores se reorganizan continuamente en secuencias de movimientos motores que reflejan lo que cada vez hemos aprendido, lo que conduce a una actuación bien pensada y con éxito. Estamos modificando y aprendiendo siempre por medió del movimiento.

La pérdida de un sentido del tiempo acompaña a menudo a dolencias que afectan al movimiento, como el mal de Parkinson y la enfermedad de Huntington. Los ganglios basales tienen mucho que ver y ahora se está descubriendo que su influencia en el pensamiento y en la memoria es notable. Se cree que son los guardianes, o controladores, de las influencias sensoriales no solo en el control motor, sino en la cognición. Cuando no funcionan como es debido, las estructuras de los ganglios basales no pueden suspender ciertos movimientos y pensamientos, de lo que se derivan movimientos irregulares, tics y un comportamiento obsesivo-compulsivo. Un estudio de los pacientes parkinsonianos examinó el proceso de aprender y repetir procedimientos nuevos.

Unas investigaciones realizadas recientemente en Gainesville, Florida, proporcionaron unos hallazgos inesperados y asombrosos acerca de la relación entre el movimiento y la memoria. Al poner en práctica una técnica quirúrgica nueva para aliviar los síntomas de la enfermedad de Parkinson los médicos se quedaron sorprendidos al ver que el procedimiento mejoraba además la memoria. El procedimiento, conocido como

palidotomía, consiste en quemar con mucha precisión un pequeño punto en uno de los ganglios basales, el globús pallidus, lo cual alivia algunos de los temblores y la rigidez muscular asociada con el Parkinson y con otras dolencias del sistema nervioso central. Los investigadores no esperaban que esto contribuyera a potenciar la memoria porque la operación no tocaba ninguna área del cerebro que afectase a la cognición. ¡O eso se creían!

Secuencia es una actividad motriz encargada del mantenimiento y organización del orden serial de la información y de la integración de esa información con los datos aprendidos previamente. La capacidad de manejar la información secuencias, de mantenerla en el orden preciso durante un período finito de tiempo y de reorganizarla para su subsiguiente procesamiento, tiene una importancia evidente. Sin ella no podríamos recordar, aprender o ni siquiera pensar.

La función motriz afecta incluso al orden superior de la función mental: la conciencia de uno mismo. Este nivel del pensamiento es la capacidad del proceso cognoscitivo humano de vigilarse a sí mismo y de reflexionar no solo sobre las reacciones inmediatas, sino también sobre las posibilidades pasadas y futuras. Secuenciar, evaluar, juzgar y pensar en las ideas y en las eventuales reacciones es esencial en este proceso. La conciencia de uno mismo requiere de ensayos mentales, construcción de imágenes, pensamientos, toma de decisiones y acciones voluntarias. Debemos tener la capacidad de vigilar y evaluar la propia identidad en una variedad de situaciones mentales basadas en experiencias previas y en la habilidad para extrapolar resultados futuros. La base neuronal de la conciencia de uno mismo incluye la acción volitiva, es decir, la facultad humana de formar y manipular construcciones imaginarias.

EL APRENDIZAJE Y EL RECUERDO DEL FUTURO

Movimiento, memoria y aprendizaje están interrelacionados tan estrechamente que cuesta pensar en una de los tres sin referirse a los otros dos. Aprender, como pensar, requiere la capacidad de Secuenciar y manipular informaciones y recuerdos a fin de realizar una tarea nueva. Se puede concebir el aprendizaje como un acto que finalmente se lleva a cabo como recuerdo de planes ya ideados. Para que se haya creado ese «recuerdo del futuro», se tiene que haber ensayado una variedad de acciones mentales. Para levantarse para tomar un aperitivo, leer un poco antes de irse a la cama y parar en la tienda de ultramarinos de camino a casa hay que haber planificado actos futuros. Las acciones se conciben, hasta se ensayan mentalmente, para que cuando llegue el momento de actuar de verdad se las haya ya ejecutado, al menos parcialmente, gracias al recuerdo del futuro. La ejecución del plan requiere que en la memoria se mantenga cuál es el objetivo actual.

Aprendizaje, memoria y pensamiento requieren la manipulación del conocimiento de los conocimientos previamente adquiridos. Para pensar, aprender y recordar hemos de interpretar o convertir esos conocimientos en acciones. Por ejemplo, hay una manipulación de conocimientos en la interpretación del proverbio «No debe llorarse por la leche derramada». Para interpretar esa afirmación hay que efectuar un análisis. «La leche derramada» se convierte en una acción. «No debe llorarse» representa la futilidad de revivir o recordar los hechos irremediables del pasado. Nuestros movimientos físicos pueden influir directamente en nuestra capacidad de aprender, pensar y recordar. Se ha mostrado que ciertas actividades físicas que tienen un fuerte componente mental (como el fútbol o el tenis) potencian las capacidades sociales, de comportamiento y académicas. Aunque las razones no se conocen del todo, muchos estudios indican que es así. Hay cada vez más pruebas de que la capacidad de cualquiera de dominar informaciones

nuevas y de recordar las viejas mejora con los cambios biológicos que la actividad física causa en el cerebro. Ciertos tipos de ejercicio producen alteraciones químicas que nos revierten en unos cerebros más fuertes, sanos y felices. Un cerebro mejor está mejor equipado para pensar, recordar y aprender. Practicar una actividad del estilo del baile moderno o del patinaje artístico obliga a dominar y coordinar muchos movimientos. Cuando emprende actividades de ese tipo, la gente cuenta que ha mejorado en capacidad académica, recuperación de recuerdos y capacidades cognitivas. Durante esas actividades físicas no solo ejercitamos los músculos, sino también nuestros cerebros, en particular nuestra capacidad de Secuenciar informaciones y acciones motrices, así como el acceso a la memoria.

Aprender requiere que practiquemos, ensayemos y recorramos el proceso de desarrollar nuevas habilidades, pensamientos e ideas. Valernos de acciones motrices adjuntas al habla, como mover los labios al leer una palabra, nos ayuda a aprender a leer. Nuestros movimientos físicos echan mano de algunas de las mismas neuronas que se usan para leer. Abordamos la tarea desde diferentes modalidades: utilizamos neuronas compartidas, aumentamos nuestras oportunidades de fraguar el aprendizaje.

Nadie sabe realmente cómo aprendemos a atarnos los zapatos o a jugar al tenis. Un equipo de neurocientíficos de la Universidad Johns Hopkins ha averiguado que, a las cinco o seis primeras horas de practicar una nueva destreza motriz, el cerebro traslada las instrucciones nuevas de la memoria a corto plazo a las áreas que se encargan de las destrezas motrices permanentes. Cuando los individuos empezaban a aprender una tarea, la corteza prefrontal --que participa en la memoria a corto plazo y en muchos tipos de aprendizaje- estaba hasta cierto punto activa. Cuando los individuos regresaban cinco horas y media después, no tenían problemas en volver a ejecutar los movimientos. Pero en ese punto se habían hecho cargo la corteza premotriz, la corteza parietal posterior y el cerebelo, regiones que contribuyen al control de los movimientos.

Durante el receso, parece, los nexos neuronales que forman el modelo interno de la tarea en el cerebro se habían trasladado de la región prefrontal a la región de control motor. Aun sin practicarla, la fórmula de la tarea había quedado, tras cinco o seis horas, grabada de manera prácticamente indeleble en el cerebro. Esto sugiere que una destreza recién aprendida podría quedar afectada o confusa, o incluso perderse, si el individuo intentase aprender una tarea motriz diferente durante el periodo crítico de cinco o seis horas en que el cerebro intenta estabilizar la representación y retención neuronal de la primera tarea. El equipo de la Johns Hopkins está estudiando ahora si la interferencia se produce durante ese intervalo de vulnerabilidad. Si fuese así, sus hallazgos cambiarían la manera en que se enseñan las destrezas, se entrena en los deportes y se adiestra en entornos educativos e industriales.

Visitar un nuevo sitio, ver una nueva película, aprender una nueva canción o resolver un nuevo problema son maneras de estimular el cerebro. En cada uno de esos casos, el movimiento desempeña uno de los papeles principales. Se ha visto que el desarrollo motriz de los niños pequeños, especialmente en el periodo del ganeo, es crucial para el desarrollo de la disposición a aprender. Su efecto es grande en las facultades de leer y escribir. Los niños carecen a menudo de la estimulación motriz que necesitan por culpa del mucho tiempo que pasan delante de la televisión o sujetos por un cinturón en el asiento de un coche. Con el movimiento se adquiere práctica en manejar objetos, y se disfruta de unas interacciones necesarias para el desarrollo visual. Los niños pequeños . pueden aprender a ver, señalar y decir una palabra; no obstante, nada de eso significa gran cosa mientras no tengan la suficiente experiencia de la vida como para casar las palabras con su experiencia, es decir, su movimiento.

Hay estudios que dan a entender que el enfrentarse a dificultades y la retroalimentación son necesarios para maximizar el aprendizaje. El cerebro está exquisitamente diseñado para actuar sometido a la retroalimentación, tanto interna como externa. La substantia nigra, parte de los ganglios basales en el mesencéfalo y el área que no funciona bien en el mal de Parkinson, desempeña un papel decisivo en el proceso de retroalimentación. Esta estructura parece que crea y fortalece conexiones entre estados de la percepción y reacciones. Durante el proceso de retroalimentación, qué se reciba en cualquier nivel cerebral dependerá de qué más esté pasando en ese nivel, y qué se mande al nivel siguiente dependerá de qué esté pasando ya a ese nivel. El cerebro es autorreferencial, y gracias a ello nuestras interacciones proporcionan una retroalimentación constante, lo que es crucial para nuestra capacidad de aprender.

A medida que vamos sabiendo más acerca de cómo funciona el cerebro nos estamos encontrando con extensas ligazones entre el movimiento y el aprendizaje. Según Linda Acredolo y Susan Goodwyn, de la Universidad de California en Davis, gesticulaciones y pantomimas hacen que se aprenda a hablar más deprisa, estimulan el desarrollo intelectual, aumentan la autoestima y fortalecen el vínculo entre los padres y el niño. Ciertamente, los niños pequeños hacen ciertos gestos antes de que puedan decir las palabras correspondientes. Un niño dice adiós con la mano y menea la cabeza para decir que no antes de que diga las palabras adiós y no. Acredolo y Goodwyn estudiaron a tres grupos de cuarenta niños para ver cuál era la relación entre hacer gestos y el desarrollo vocal. A diferencia de los otros dos, se alentó a un grupo a que hiciera gestos. Los niños se evaluaban cada seis meses hasta que cumplían cuatro años. Vieron que los que habían hecho gestos iban claramente por delante de los que no en la adquisición de vocabulario, así como en los tests cognoscitivos y de inteligencia. Los que los habían hecho estaban muy motivados para comunicarse y hablaron antes que los otros. Los padres de los niños que hicieron gestos tenían la impresión de que sus hijos estaban menos frustrados, de que se sentían más seguros y de que eran más felices.

Dale y Beverly Ulrich, kinesiólogos de la Universidad de Indiana, estudiaron el efecto de ayudar a los niños con síndrome de Down a empezar a andar antes. Andar afecta al desarrollo humano porque facilita la cognición, las relaciones espaciales, la comunicación y la pericia social. Los niños normales comienzan a andar entre los nueve y los diecisiete meses, mientras que los que tienen el síndrome de Down acostumbran a dar sus primeros pasos entre los trece meses y los cuatro años. Los Ulrich ayudaron a unos niños con este síndrome a dar pasos poniéndolos en un aparato que les sujetaba en posición erguida sobre una cinta de caminar motorizada en miniatura. Observaron que los niños conseguían empezar a andar al menos entre ocho y doce meses antes de lo acostumbrado. El ejercicio motriz fortaleció la organización neuronal, aumentó el vigor de los músculos de las piernas y contribuyó a que desarrollaran el control motriz de pasar de equilibrar el peso con una pierna a hacerlo con la otra.

La actividad motriz «jugar» ayuda al aprendizaje y a las relaciones sociales. Jugar es una actividad física que les sirve a los niños para adquirir una sensación de dominio y aficionarse a las interacciones sociales, entre ellas el compartir y el disfrutar con los demás. La competición interactiva por los juguetes, las peleas con otros niños, hacer amigos vienen bien para que los niños se preparen para la socialización adulta. Estos aprenden también por medio del juego destrezas fundamentales, conceptos y principios que establecen los cimientos de las habilidades académicas, especialmente cuando los niños marcan el camino y los padres proporcionan un acompañamiento emocional a sus logros, lo que provoca que se sientan cada vez más estimados.

Las especies sociales de gran inteligencia, como los lobos, los osos y los perros, siguen jugando de adultos como forma de fraguar los lazos sociales. Los investigadores

están descubriendo que en una variedad de especies el juego motor es casi tan importante como la comida y el sueño. Las maniobras juguetonas les valen a los animales para aprender a interpretar las señales y las acciones de los demás y reaccionar apropiadamente; todo ello es necesario para una socialización exitosa.

5

MEMORIA

¿Recuerda aquella vez, de niño, en que estaba usted con su madre en el supermercado? Estaba enredando con el carro de la compra en uno de los pasillos cuando de pronto vio un billete de cinco dólares en el suelo. ¡Dinero! Lo cogió, radiante de alegría por la suerte que había tenido.

Entonces su madre le dijo: «No puedes quedarte con eso. No es tuyo».

«Pero lo he encontrado yo», se quejó usted.

«Sí, pero pertenece a alguien que seguramente lo ha perdido le contestó-.Vamos a ver al encargado.»

Todo lo que pudo usted pensar fue: «¡Hay que fastidiarse!».

¿Le suena familiar? ¿Le pasó realmente? Puede. Y puede que no. Pero dentro de unas semanas, mientras esté hablando de los viejos tiempos con un amigo, será más probable que «recuerde» que eso le pasó de verdad ahora que usted se ha imaginado experimentándolo.

¿De qué estoy hablando? De los falsos recuerdós. Todos los tenemos. Pese a la gran certeza de la que hacemos gala acerca de qué hemos experimentado y qué no, la verdad es que, dados unos cuantos detalles inventados y con un poco de incitación, alrededor de una cuarta parte de los adultos puede convencerse de que recuerdan aventuras infantiles que nunca tuvieron. Nuestros recuerdos son mucho más maleables y falibles de lo que queremos creer.

Puede que esto sea desconcertante, pero es necesario. La memoria debe ser estable para que podamos aprender por medio de la acumulación de experiencias, pero debe también ser lo bastante flexible como para adaptarse a nuestro entorno cambiante. Si no, una persona corta de vista se levantaría cada día buscando sus gafas viejas aunque haga tiempo que se ha puesto lentillas. Esa misma capacidad de la memoria de adaptarse, eso sí, hace que en ocasiones cometa errores.

Elizabeth Loftus, de la Universidad de Washington en Seattle, fue, en los años setenta, la pionera del estudio de los falsos recuerdos. Sus hallazgos siguen siendo apasionantes. En unos experimentos recientes les pidió a unos padres ya entrados en años que hicieran una lista de algunos incidentes protagonizados por sus hijos de niños. Les dijo luego a esos hijos, que ya eran adultos, que quería comparar sus recuerdos con los de sus padres.

Les presentó la lista con los incidentes reales, pero deslizaba en cada caso uno inventado (por ejemplo, que de niños se habían perdido en un centro comercial, se habían asustado y lloraron hasta que una persona mayor los encontró y los llevó con sus padres). Alrededor de una cuarta parte de los adultos aceptó que eso les había pasado a ellos, pese a que no fue así. Algunos hasta añadían más detalles acerca de la experiencia, y muchos se negaron a creer que el recuerdo hubiese sido inventado cuando se les contaba el engaño.

En otro experimento reciente se proporcionó por escrito a unos adultos una lista de cuarenta posibles incidentes de su infancia y se les pidió que indicasen la probabilidad de que los hubieran experimentado. Calificaban cada incidente en una escala que iba de «sin lugar a dudas, no ocurrió» a «sin lugar a dudas, ocurrió».

Dos semanas después se les pedía a esos adultos que imaginasen que experimentaban algunos de los incidentes. A cada adulto Loftus le sugirió un incidente que la persona había identificado antes como «sin lugar a dudas, no ocurrió»; eran cosas del estilo de que un socorrista les había sacado del agua. En cada caso, dirigió al adulto

en un ejercicio de un minuto de duración en el que aquel imaginaba que el incidente le pasaba a él; por ejemplo, que estaba en el agua, que empezaba a boquear porque le faltaba aire y que veía que el socorrista se tiraba al agua para ir por él.

Después, Loftus daba a los adultos la lista original de cuarenta incidentes y volvía a pedirles que marcaran los que realmente les hubiesen sucedido en su niñez. De nuevo, alrededor de una cuarta parte de los adultos indicó que estaban más seguros de que el incidente que habían imaginado les había ocurrido realmente a ellos.

A unos cuantos adultos, el imaginar el incidente les haría quizá recordar qué había pasado realmente. Pero es más probable, dice Loftus, que el imaginarlo hiciese, que resultara más familiar, y que esa familiaridad se «recordase» equivocadamente como una experiencia de la niñez. Loftus aprendió por experiencia propia cuán realistas pueden parecer los falsos recuerdos cuando hace unos años le pasó algo perturbador. Se quedó de una pieza cuando, en una reunión familiar, un tío la informó de que treinta años antes, cuando su madre se ahogó en una piscina, fue ella quien descubrió el cuerpo. Loftus, que tenía catorce años cuando se produjo la tragedia, siempre había creído que no había visto nunca el cadáver de su madre. La verdad es que recordaba poco de la muerte misma. Cuenta qué ocurrió después en su libro *El mito de los recuerdos reprimidos*. Casi inmediatamente después de la revelación de su tío, «los recuerdos empezaron a volver, como el humo limpio, con olor a pino, de los fuegos de campamento al caer la noche. Mi madre, vestida con un camisón, estaba flotando boca abajo. [...] Me puse a llorar. Me acuerdo de los coches de policía, de los destellos de sus luces».

Unos días después, escribe, «1ni hermano me llamó para decirme que mi tío se había equivocado. Ahora se había acordado (y otros parientes lo confirmaban) de que había sido la tía Pearl la que había encontrado el cuerpo de mi madre». Si alguien tan especialmente formada como ella para descubrir recuerdos falsos podía de repente creerse uno propio, imagínese con qué facilidad se puede engañar a una persona corriente.

Otros estudios reprodujeron los hallazgos de Loftus e indicaron que la memoria muy bien puede sucumbir al poder de la sugestión. Esto inquieta grandemente a esta investigadora. En los años noventa hubo una explosión de incidentes que tenían que ver con recuerdos recobrados dramáticos, horribles. Una familia entera recordaba haber participado en rituales satánicos que nunca sucedieron. Por todo el país hubo mujeres jóvenes que de pronto recordaron que miembros de su familia habían abusado de ellas a los seis meses. Esas historias han salpicado escandalosamente al clero y provocado querellas, suicidios, asesinatos y procesamientos de adultos acusados de agresiones sexuales perpetradas tiempo atrás contra niños. Muchos casos eran auténticos. Pero en algunos otros, quienes habían «recobrado» recuerdos supuestamente reprimidos habían sido ayudados por las sugerencias, a menudo inconscientes de otros. Loftus sostiene que las técnicas que algunos psicólogos usan para «desbloquean» los recuerdos son muy parecidas a las de sugestión que ella usa en sus experimentos y que despiertan falsos recuerdos.

El punto principal que se deriva de estas observaciones es que durante demasiado tiempo las personas han tomado por ciertas las opiniones que les dictaba su memoria. Nuestro mejor conocimiento de lo constante, pero flexible, que es la memoria abre ventanas fascinantes a cómo aprendemos, por qué nos portamos como lo hacemos y cómo vamos evolucionando en nuestras vidas. Los resultados dan pistas acerca de las opciones que podemos tomar en la alimentación, con las drogas, el estrés y el entorno para construir y mantener, en nosotros mismos y en nuestros hijos, una memoria fuerte, e incluso para posponer el desalentador efecto que el envejecimiento tiene en ella. Un mejor conocimiento de la memoria ayuda también a los médicos a elaborar terapias

efectivas para quienes padecen accidentes cerebrales, lesiones cerebrales, traumas, enfermedades mentales, el mal de Alzheimer y otras dolencias que pueden deteriorar la memoria misma.

HACER RECUERDOS

Nos conocemos a nosotros mismos solo porque recordamos. La memoria es la fuerza centrípeta que junta el aprendizaje, el entendimiento y la conciencia. En el pasado creíamos que en el cerebro una neurona era un recuerdo y que cada sección del cerebro realizaba su actuación particular aisladamente. Hoy esta noción parece tan ridícula como la decimonónica frenología de Franz Joseph Gall, el estudio de los bultos del cráneo que, decía Gall, reflejaban rasgos de la personalidad ocultos dentro del cráneo. Los instrumentos modernos, los escáneres de TEP por ejemplo, nos muestran que el cerebro se parece más a un ecosistema activo que a un ordenador estático, preprogramado. No hay un único centro de la visión, del lenguaje, de la emoción, del comportamiento social, de la conciencia... o de la memoria.

La ciencia ha querido siempre saber dónde se almacenaban los «recuerdos». ¿En las neuronas de la percepción, donde vimos u oímos algo por vez primera? ¿En el hipocampo, que junta los recuerdos? ¿En el lóbulo frontal, que desencadena el recuerdo? En ninguna de esas partes, y en todas. La pregunta verdaderamente fundamental es: ¿Qué es la memoria? Endel Tulving, de la Universidad de Toronto, lleva investigando acerca de la memoria desde hace más de cuarenta años y no sabe todavía a qué ha de llamarse memoria. ¿Es el espacio de almacenamiento o el acto y la estrategia de recuperar un recuerdo? ¿Es la memoria el acto de buscar los recuerdos o la energía que se dedicó a formar en primer lugar esos recuerdos? Se forma un recuerdo solo cuando se lo llama. En su estado quiescente no es detestable. Por lo tanto, no podemos separar el acto de recuperar recuerdos y la memoria misma. En efecto, pedazos de un solo recuerdo están almacenados en diferentes redes de neuronas por todo el cerebro. Juntamos las piezas cuando toca recuperar ese recuerdo. Sacamos los pantalones, la camisa y los zapatos de diferentes partes del armario para reproducir la imagen que teníamos el lunes anterior, cuando nos pareció que era muy bueno nuestro aspecto. Cuando se acaba el día devolvemos las prendas a su sitio, e incluso aunque no estén exactamente en los mismos lugares sabremos todavía dónde encontrarlas y cómo combinarlas de nuevo.

La formación y la recuperación de cada recuerdo están influidas por el estado de ánimo, el entorno, por configuraciones psicológicas presentes en el momento en que se forma o recupera el recuerdo. Por eso recordarán de maneras distintas diferentes personas un mismo hecho. No hay por necesidad una persona que «tenga razón», no están por necesidad las demás «equivocadas». La memoria cambia además a medida que nosotros nos transformamos con el tiempo. Nuevas experiencias modifican nuestras actitudes, y por lo tanto cómo y qué recordamos.

Los recuerdos -de hace dos minutos, dos años y dos décadas- van y vienen cada hora que estamos despiertos. Cada uno sale de una vasta red de piezas interconectadas. Las piezas son unidades de lenguaje, emociones, creencias y acciones, y aquí, sin dilación, viene la primera conclusión sorprendente: dado que nuestras experiencias diarias alteran constantemente esas conexiones, un recuerdo es un poquito diferente cada vez que volvemos a acordarnos de él.

Piense en el efecto del estado de ánimo, por ejemplo. La corteza frontal es la parte del cerebro que organiza cuidadosamente los pedazos para que hagan una historia ordenada temporalmente, lógica y «con sentido». Pero a la corteza tiene que ponerla en movimiento la amígdala, que proporciona una etiqueta emocional al recuerdo, un

«significado» que ayuda a pegar las piezas. Por eso, el estado emocional que uno tenga en un instante dado afecta a cómo procesa la amígdala la etiqueta emocional de un recuerdo, cambiando quizá cada vez ligerísimamente cómo se reconstruye el recuerdo. Un individuo que esté deprimido estará predispuesto a ver cierto recuerdo desde una perspectiva negativa; será, pues, un tipo de recuerdo diferente de lo que habría sido de haberse sentido esa persona feliz en general.

Por ejemplo, consideremos el caso de una mujer que le habla a su marido de una breve reunión que ha tenido con su jefe relativa a un informe escrito por ella. Le dice a su marido con bastante entusiasmo que el jefe se ha tomado la molestia de leerlo personalmente y que la ha animado a desarrollar los puntos interesantes. Esa impresión le había sentado muy bien, pues la empresa iba regular y varios empleados habían perdido su puesto de trabajo. Estaba emocionada con el interés del jefe y el reto de tener que pulir sus ideas. Una semana más tarde esa mujer se siente deprimida tras oír que varios compañeros del trabajo han sido despedidos. Le habla a un amigo, en la comida, acerca de esa misma reunión, y se centra en la seriedad del jefe y en el tono solemne de su voz. Decodifica ese comportamiento, ahora le parece que quiere decir que al jefe su informe le pareció inadecuado y su sugerencia de que profundizase en algunas ideas como una crítica por no haber ido suficientemente lejos. El miedo que tiene a perder también ella el trabajo colorea su recuerdo del hecho. Crece la ansiedad por el temor de ser ella la próxima en ser despedida, y pasa a estar exageradamente alerta, recuerda cada matiz del comportamiento del jefe y ve solo las señales de posible desagrado. A través de esa lente es como se distorsiona el recuerdo. Puede que recuerde la misma cadena de hechos, pero el tono, y por lo tanto el significado, son muy diferentes.

Pese a que los recuerdos no están catalogados en un depósito central y haya que reconstruirlos cada vez que los evocamos, sigue abierta otra pregunta: ¿dónde reside un recuerdo una vez ensamblado? El neurólogo Antonio Damasio propone en su libro *El error de Descartes* que los elementos se juntan en «zonas de convergencia» cercanas a las neuronas sensoriales que registraron el hecho por primera vez. Él y su esposa Hanna han localizado con los escáneres de IRM las zonas de convergencia que supervisan el recuerdo de los nombres de objetos y animales y otras que unifican la información sensorial relativa a personas, percepciones y emociones.

Las zonas de convergencia nos capacitan además para concebir automáticamente objetos, ideas o interacciones como un todo, siempre que las piezas se hayan juntado un número suficiente de veces. No tenemos que pensar que un destornillador es una herramienta con un mango de madera y una prolongación metálica del que experiencias pasadas nos han enseñado que sirve para atornillar piezas metálicas. Pensamos con toda sencillez: «destornillador». Cada vez que nos encontramos un destornillador lo reconocemos gracias al encendido de las conexiones que ya hemos hecho con las muchas características del objeto, y es precisamente cuando hemos adquirido no solo un nombre, sino una idea holística del objeto cuando puede emerger la verdadera comprensión. Una vez se le ha advertido seriamente a un niño pequeño un número suficiente de veces que no se acerque al horno porque está «¡caliente!» y «¡quemado!», la mera mención del «horno» basta para provocar el recuerdo completo de que hay que quedarse lejos de él.

Según los Damasio, hay una jerarquía de zonas de convergencia. Las zonas de convergencia «inferiores» ligan las pistas gracias a las que entendemos el concepto general de rostro, mientras que las zonas de convergencia «superiores» nos permiten reconocer caras concretas. Ligan las unas y las otras zonas intermedias de convergencia que diferencian detalles en cada cara (el dibujo de la nariz, la palidez, la forma de los ojos).

La belleza del sistema de la memoria de los Damasio está en que refleja la maravillosa eficiencia del cerebro. En vez de almacenar una sucesión infinita de películas diarias, las reconstruye a partir de un número manejable de elementos de experiencia reutilizables. La sensación de sentir «frío» es una pieza de rompecabezas que está disponible para contribuir a completar muchos rompecabezas distintos: un viento de invierno, una cueva, un helado. Hay belleza también en que no sean necesarios un ordenamiento lógico o una clasificación de los recuerdos, lo que sería una verdadera carga para el cerebro.

Mientras que gracias a la plasticidad de las redes neuronales del cerebro almacenamos y juntamos las piezas, las investigaciones realizadas en la Universidad de Yale por Patricia Goldman-Rakic han mostrado que es posible que algunas neuronas se especialicen en diferentes tipos de recuerdos (de rasgos, de patrones, de localizaciones, de direcciones).

Si los recuerdos están hechos de piezas, parece probable que haya algo en el cerebro encargado de trocear un hecho y dé luego volver a juntar los pedazos para hacer un recuerdo de ese hecho. No sabemos qué proceso, o región del cerebro, puede encargarse de esas tareas, pero se acumulan los indicios de que el hipocampo quizá haga de regulador maestro, de cubo en el centro de la rueda. El hipocampo está tanto en los hemisferios derecho e izquierdo, y sabemos bien lo siguiente: sin él no aprendemos ni recordamos nada.

El hipocampo no guarda recuerdos. Se le ha comparado a una máquina de compilar y cotejar inteligente que filtra las asociaciones nuevas, decide qué es importante y qué debe ignorarse o comprimirse, clasifica los resultados y manda después varios paquetes de información a otras partes del cerebro. Es una estación de paso que reparte las piezas. Por dónde se dispersan las piezas y cómo se reconectan son procesos que no conocemos bien. Puede que el dormir desempeñe algún papel. En un ingenioso experimento, unos investigadores colocaron electrodos en distintas células de los hipocampos de unas ratas y observaron cómo se disparaba cada una cuando los animales exploraban diferentes partes de una caja. Cuando volvieron a la jaula se durmieron, y mientras dormían se dispararon las mismas células. Como señalé antes, algunos experimentos recientes revelan también que dormir, en concreto la parte que asociamos a los sueños, es importante para la memoria humana. En Israel, los investigadores Avi Karni y Dov Sagi, del Instituto Weizmann, averiguaron que si se interrumpía el sueño REM sesenta veces en una noche el aprendizaje quedaba completamente bloqueado, pero interrumpir el sueño que no era de tipo REM otras tantas veces no tenía el mismo efecto. Estos hallazgos y otros dan a entender que el sueño REM es crucial para organizar las piezas, y las asociaciones entre ellas, necesarias para formar unos recuerdos duraderos.

¿Qué pasa con los recuerdos que no tienen un origen sensorial, los recuerdos de reflexiones, creencias o emociones? Cuando el cerebro forma conceptos construye mapas de sus propias actividades. Los mapas categorizan, discriminan y recombinan las diversas actividades cerebrales necesarias para formar ideas y emociones. Los pedazos son de diferente naturaleza, pero se dispersan y vuelven a juntar de la misma manera.

No solo están los recuerdos repartidos más ampliamente de lo que en otro tiempo creíamos, sino que el cerebro plástico parece que es capaz de cambiar el modo en que reparte ciertos tipos de recuerdos en caso de que haya una extrema necesidad de hacerlo. Fíjese en el caso de Martha Curtis.

Iba todavía a la guardería y ya tocaba el violín. Por entonces empezó a tener extrañas convulsiones. En unos años su estado fue a peor. Los médicos dijeron que tenía epilepsia y le recetaron unos fármacos con el propósito de controlar los ataques, pero

estos empeoraron y a veces hasta la dejaban inconsciente. Pese a todo, a los once años formaba parte de la orquesta juvenil del Centro Interlochen de la Artes, de Michigan. Pero la prometedora y joven intérprete se encontró con un gran problema cuando empezó a sufrir ataques durante las actuaciones.

Martha intentó ocultar su discapacidad, pero los ataques eran alarmantes. En su adolescencia se volvieron frecuentes. Solo podía tocar con las orquestas locales porque nadie más se arriesgaba a hacerla aparecer en público. Pasados los veinte años los ataques eran incesantes y horribles, y algo había que hacer. En 1990 fue a ver a Hans Luders, neurólogo de la clínica Cleveland. Luders suspendió la medicación que estaba siguiendo e hizo una serie de escáneres de IRM de su cerebro durante un ataque. El episodio empezó como una perturbación eléctrica local en el lóbulo temporal derecho, una región grande, y luego se extendió hasta abarcar todo el cerebro en una tormenta general. Luders le dijo a Martha que la única opción era una operación quirúrgica que le extrajese parte del cerebro porque la cantidad e intensidad de los fármacos necesarios para controlar sus ataques estaba llegando a niveles tóxicos.

Se llevan a cabo varios tipos de operaciones para tratar la epilepsia. Las más de las veces consisten en extraer la región perjudicial que enciende las perturbaciones eléctricas que desencadenan la tormenta; en el caso de Martha formaba parte del lóbulo temporal derecho. Se programó la operación para enero de 1991. Martha se temía lo peor: que nunca volvería a tocar el violín, ya que el lóbulo temporal derecho es la parte del cerebro asociada a la memoria musical.

En cuanto salió de los cuidados intensivos, cogió su violín e intentó tocar una pieza de Bach que Martha consideraba la obra más difícil de tocar de memoria. Su interpretación fue hermosa.

Pero los cirujanos no habían eliminado lo suficiente. Los ataques se repitieron. Martha se sometió a una segunda intervención. Los ataques continuaron. Ella quería una tercera operación, pero los médicos se resistían; quitarle una parte tan grande del lóbulo temporal derecho podía causarle una parálisis, y el trauma que iba a sufrir el cerebro podía ser hasta fatal. Martha insistió. A regañadientes los cirujanos aceptaron. Con gran cuidado le cortaron una parte de tamaño considerable del lóbulo frontal: un 20 % nada más y nada menos, hasta donde se atrevieron.

Los ataques cesaron. Pero ¿podría Martha tocar todavía? Mejor que nunca. La verdad era que podía memorizar piezas que antes se le resistían. Los médicos concluyeron que su cerebro había quedado dañado pronto en su vida, quizá por culpa del sarampión que pasó a los tres años. Pero como había estado tocando el Violín desde muy pequeña, este órgano había reconfigurado la memoria musical y reclutado otras regiones, de forma que el lóbulo temporal derecho, que tantos problemas daba, no tuviese nada que ver con ella.

Martha Curtis, que ahora tiene cuarenta y un años, es una solista a la que cada vez le va mejor. Toca también para cirujanos, psicólogos y epilépticos; quiere que vean cuán asombrosamente adaptable puede llegar a ser el cerebro cuando graba y decodifica recuerdos.

El caso de Martha muestra que si necesitamos y usamos ciertos tipos de memoria más que otros nuestros cerebros pueden ampliar las regiones encargadas de funciones específicas, e incluso reclutar nuevas regiones para que echen una mano. El triunfo de Martha también supone una lección para todos: ejercitando el cerebro podemos fortalecer nuestra memoria tal y como hacer pesas fortalece los músculos. **POTENCIACIÓN A LARGO PLAZO**

Entre el aprendizaje y la memoria hay una relación circular que damos por sentada. Aprender hace que la información cruce las líneas de la percepción y entre en la memoria,

pero una vez guardados, esos recuerdos influyen en los aprendizajes futuros. En pos de un medio de saber cómo colaboran la memoria y el aprendizaje, los investigadores han hecho buenas migas con *Aplysia*, una babosa marina que Eric Kandel, de la Universidad de Columbia, hizo famosa. *Aplysia* fue la primera criatura en la que los investigadores pudieron mostrar que no era cierto que a cada recuerdo le correspondiese una neurona. Fue asimismo la primera con la que se arrojó luz sobre la que ahora es la explicación más reciente y convincente de cómo se codifican los recuerdos: el proceso llamado «potenciación a largo plazo (PLP)».

Todas y cada una de las experiencias nuevas hacen que se intensifiquen los disparos neuronales a través de ciertas sinapsis y que se debiliten en otras. El patrón que formen esos cambios representa un recuerdo inicial de la experiencia. Pero el patrón desaparecerá pronto a no ser que no lo fortalezca la PTP, el mecanismo celular que hace que las sinapsis intensifiquen sus conexiones mutuas y codifiquen un hecho, estímulo o idea como una serie de conexiones. Cuando se recibe un estímulo, la PTP prende un nuevo reguero a lo largo de una serie de neuronas y hace así que a los mensajes subsiguientes les sea más fácil dispararse por la misma ruta. Cuantas más veces se dispare esa ruta, más permanente será el mensaje (lo nuevo aprendido).

Cuando las neuronas de la cadena fortalecen sus enlaces entre sí, empiezan a reclutar neuronas vecinas para que se unan al esfuerzo. Cada vez que se repite la actividad los lazos se vuelven un poco más fuertes y participan más neuronas, hasta que finalmente se desarrolla una red entera que recuerda la destreza, la palabra, el episodio o el color. En esta etapa queda codificado el asunto de que se trate como recuerdo.

Pero el proceso no está normalizado. La motivación puede afectar a cómo queda codificado un recuerdo. Michael Merzenich hizo buena parte del trabajo inicial al mostrar que cuando hay una recompensa las piezas de un recuerdo se ligan entre sí con más fuerza. Colocó una rueda que giraba lentamente junto a las jaulas de los monos, los cuales podían tocarla con la punta de los dedos, y observó la región de sus cerebros encargada de los dedos. Se cartografiaron las células responsables de las sensaciones táctiles que producía la rueda y de su recuerdo. Merzenich añadió entonces un ejercicio de aprendizaje: cuando los monos podían reconocer un patrón estipulado de giros y apretar el botón de una alarma se les daba como premio comida. Pronto se volvieron expertos en reconocer el patrón correcto, y en unas horas -al pie de la letra- las células nerviosas encargadas de la tarea se multiplicaban a medida que la capacidad de discriminar de los monos crecía. Se reclutaban neuronas vecinas para que ayudasen a percibir y luego a recordar la percepción. Añadir la recompensa hizo que hubiera muchas más neuronas que codificasen los recuerdos. El dicho de que el premio es parte del aprendizaje está respaldado por auténticas pruebas neuronales.

Los monos aprendieron en parte porque el proceso se repetía a menudo. Cada vez que se recuerda o repite una experiencia, las neuronas pueden realizar descargas químicas y fortalecer sus conexiones. Si la red en ciernes no se refuerza, las conexiones se desharán. Una vez se ligan firmemente estas tienden a durar, pero a lo largo de los años, de muchos años, puede que se vayan borrando, como hemos experimentado todos. Si una unidad de memoria no se reutiliza o refuerza de vez en cuando la conexión se debilita, deshace o muere.

La PLP podría también explicar por qué muchas personas se acuerdan de dónde estaban, hasta de cómo iban vestidas, cuando se enteraron de que John E Kennedy había sido asesinado o de que el transbordador espacial Challenger había estallado. Sucesos que conmocionan tanto mandan mensajes a cada rincón y resquicio del cerebro, y desencadenan una especie de súper-PLP que recluta neuronas de todas partes del cerebro y consolidan inmediatamente el suceso como recuerdo. Como el proceso sucede

por todas partes en el cerebro, detalles insignificantes de la vida diaria, como dónde se estaba o qué se llevaba puesto, son arrastrados a la potenciación y fraguan también como recuerdos a largo plazo. Los investigadores llaman a veces a esto memoria de flash, como si cada detalle de un solo y súbito momento hubiese quedado fijado en una fotografía. Se están haciendo ahora nuevos estudios de la memoria de flash con lo que grupos de personas recuerdan de cuando se enteraron de la muerte de la princesa Diana.

El modelo de memoria como un conjunto de piezas repartidas que se juntan a demanda, la necesidad de repetir los patrones de disparo para grabarlos como recuerdos a largo plazo y el papel de la PLP en hacer que eso suceda están refrendados por las investigaciones modernas del sueño. La culminación de décadas de trabajos de investigadores como Allan Hobson, del Centro de Salud Mental de Massachusetts, nos enseña que la actividad ondulatoria del cerebro en el hipocampo durante los sueños ensaya patrones de la memoria, bien para fraguar experiencias recientes en recuerdos a largo plazo, bien para mantener vivas conexiones que se están borrando. Como se ha dicho antes, esto es lo mismo que Karni y Sagi hallaron en sus experimentos con ratas. El mecanismo más citado es el procesamiento por la corteza de la información sensorial durante una experiencia nueva y su envío al hipocampo, que pone en marcha la repetición y consolidación de la experiencia como recuerdo a largo plazo mientras se duerme.

Refrendan esta teoría los escáneres TEP e IRM. Los escáneres TEP muestran que durante el sueño REM hay comunicación entre la amígdala, el giro cingulado anterior y los lóbulos occipitales, estructuras que desde hace mucho se han vinculado a la asignación de significados emocionales a los recuerdos y a los sueños.

De la escala evolutiva proceden más pruebas. En un mamífero que no experimenta el sueño REM, el equidna, la corteza prefrontal -el mayor centro de aprendizaje y comportamiento- es tan desproporcionadamente grande con respecto a la masa del cuerpo del animal que los recuerdos se codifican en el momento en que se experimenta un suceso. Los mamíferos superiores, que carecen de ese depósito inmenso, se vieron quizá obligados a desarrollar y reservar el sueño REM como tiempo de solidificación de los recuerdos; tenga presente el estudio que muestra que exactamente los mismos patrones de disparo neuronal presentes cuando las ratas exploraban un laberinto se repetían en su sueño REM.

La posibilidad de que la PLP sea el mecanismo que se esconde tras el almacenamiento de los recuerdos tiene varias consecuencias psicológicas de enorme magnitud. Una es que la construcción, almacenamiento y recuperación de cada recuerdo concreto se basa en una red neuronal específica. Otra es que una neurona dada puede participar en muchos recuerdos a la vez. ¿Podría llegar a no dar abasto una neurona? En realidad no. Hay un número asombroso de conexiones dentro de las capas del cerebro, muchas más que neuronas. Si una neurona se está acercando a colmar su «capacidad» de participar en diversos recuerdos, lo único que pasará es que una neurona vecina asumirá la tarea de completar las conexiones necesarias. El resultado que se obtiene por casualidad es que nuestros cerebros tengan la capacidad de reconocer y reorganizar constantemente relaciones en la experiencia diaria mientras, a la vez, comparan nuestros flujos actuales de experiencia con los recuerdos del pasado.

Esta yuxtaposición del pasado y del presente es un aspecto importante de la PLP, pues aunque es inducida rápidamente, también la perturban con facilidad los estímulos nuevos, los cambios de la atención, la temperatura cerebral elevada debida a una enfermedad y los desórdenes eléctricos causados por los accidentes vasculares y los choques electroconvulsivos. Como en tantas áreas de la investigación del cerebro, hay

todavía muchas preguntas por responder acerca de cómo se almacenan permanentemente los recuerdos a largo plazo o se pierden.

Otra consecuencia de la PU es que aprender «ejercita» al cerebro y le da los estimulantes que anhela. Un cerebro bien tonificado suele tener mas capilares y células gliales, que, de consuno, alimentan las furiosas necesidades metabólicas y nutricionales de sus neuronas. Si se deja que haya en la cadena neuronas que se debiliten, la memoria se debilitará.

MEMORIA A CORTO Y A LARGO PLAZO

Como sabemos todos, hay una diferencia entre la memoria a corto y a largo plazo. La primera dura minutos u horas, y la última más de un día. En el caso de ciertos recuerdos, el tiempo intermedio entre lo uno y lo otro se usa para consolidarlos, abandonando una forma menos estable por otra que lo es más.

A la memoria a corto plazo se la llama también «memoria de trabajo» porque gracias a ella podemos hacer los cientos de tareas a las que nos enfrentamos cada día. La memoria de trabajo da continuidad, de un momento al siguiente, a aquello de lo que nos percatamos. Como se comentó en el capítulo 3, gracias a ella podemos recordar un número de teléfono de las Páginas amarillas el tiempo suficiente para marcarlo, o no perdernos en una conversación. Gracias a ella, asimismo, nos acordamos dónde cortamos y pegamos el párrafo C mientras estamos corrigiendo el B en nuestro borrador cerebral. Me voy a permitir aquí una analogía con los ordenadores (en general es peligroso hacerlas porque un ordenador es un aparato demasiado simple comparado con el órgano vivo y dinámico que llevamos dentro de la cabeza). La memoria a corto plazo actúa como la RAM de un ordenador: guarda los datos con los que estamos trabajando en el momento, pero los pierde en cuanto se apaga la máquina. La memoria a largo plazo hace las veces de disco duro: la información va a parar a él solo cuando pulsamos «guardar», pero una vez allí, se queda para que podamos disponer de ella una y otra vez.

Las memorias a corto y a largo plazo se distinguen fácilmente; lo difícil es la cuestión: ¿cómo se efectúa la transición entre la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo? La consolidación inicial de un recuerdo a corto plazo tarda solo unas horas. Pero la conversión en recuerdo a largo plazo no sucederá mientras la corteza no remita la información al hipocampo. De las investigaciones parece desprenderse que hay una ventana especial en el tiempo durante la cual la transición a recuerdo a largo plazo es posible. Esta ventana es, en resumidas cuentas, el tiempo que las neuronas necesitan para sintetizar las proteínas que la PLP requiere. Un estímulo inicial dispara una comunicación a través de la sinapsis entre dos células nerviosas del cerebro. Nuevos estímulos harán que las células produzcan proteínas clave que se ligan a la sinapsis y fraguan allí el recuerdo. Si la PLP, y por lo tanto un recuerdo, han de durar más de unas horas, las proteínas producidas en la primera neurona deben encontrar su camino hacia unas sinapsis concretas y ligarse con ellas, ligazón que cambia la estructura de las sinapsis y aumenta su sensibilidad a una señal que les llegue. Esto quizá explique por qué debemos repetir una lista de palabras una y otra vez para memorizarlas. Puede también que valide el papel del sueño REM como proceso que revive nuevas y viejas experiencias para que lleguen a grabarse, en forma de recuerdos a largo plazo, con mayor permanencia.

Investigaciones muy recientes con ratones, moscas y *Aplysia* indican que el recordar algo a corto plazo se vale de proteínas que ya están presentes en las sinapsis, pero, en cambio, para convertir ese recuerdo en uno a largo plazo se necesitan proteínas nuevas que reconfiguren las sinapsis. La síntesis de esas proteínas está controlada por una

llamada CREB, que se cree actúa como un conmutador que dispara la producción de otras proteínas.

Puede que la importancia de CREB se extienda más allá de la memoria. Está apareciendo en otras situaciones en las que se produce un cambio a largo plazo de los procesos cerebrales, como cuando se vuelve a poner a cero el reloj interno del cuerpo tras haber cruzado las zonas horarias o se desarrolla una tolerancia a alguna droga, sea un antidepresivo recetado por un médico o una sustancia ilegal. CREB actúa probablemente con otras proteínas en esos procesos de aprendizaje, pero parece que es la fundamental para que estos tengan lugar.

Hay que señalar que los muchos procesos neuronales que participan en el aprendizaje y la memoria se producen simultáneamente en cada momento de la vigilia. Como hay un número tan mareante de conexiones neuronales en el cerebro, la cantidad de procesamiento en paralelo que sucede a cada instante anonada. Hasta en la simple *Aplysia* pueden encontrar los científicos un tesoro de comportamientos complejos, que serían imposibles sin el procesamiento en paralelo. Este es esencial para nuestra interconectada y siempre cambiante red de neuronas. La activación de un patrón de disparo concreta puede inhibir o excitar otros patrones de disparo, lo cual explica la existencia de fenómenos mentales complejos como la percepción, el pensamiento y los impulsos.

LA MEMORIA DE TRABAJO

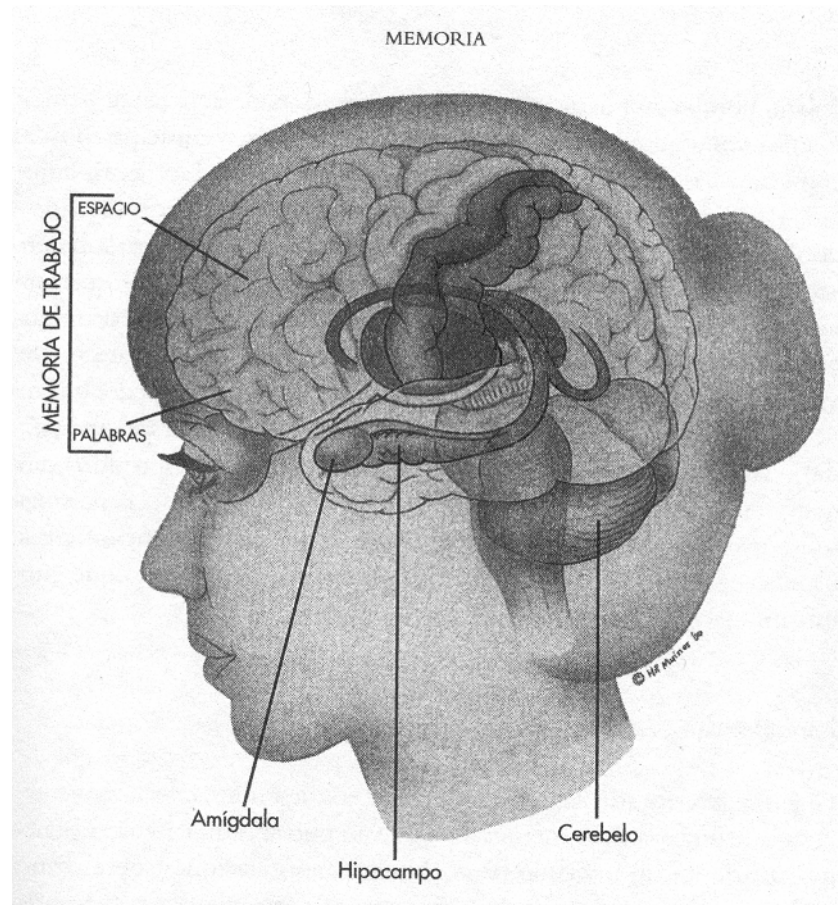
Además de valernos para que podamos pasar de un momento al siguiente, la memoria de trabajo es crucial también para recordar. Registra nuestra actividad presente mientras recupera información de la memoria a largo plazo y está lista en cualquier momento para dispersarla o retenerla. Es el pegamento mental que mantiene juntas desde el principio hasta el final múltiples conexiones mientras tenemos una idea o ejecutamos una acción.

La memoria de trabajo es también lo que nos hace más humanos. Nos da el «recuerdo del futuro», la capacidad de predecir dónde estaremos y qué puede que pase cuando llegemos allá. Gracias a ella consideramos nuestras acciones en relación con lo que seremos en el futuro, lo que a su vez nos da la exclusiva facultad humana de enjuiciar, anticipar las consecuencias y asumir responsabilidades o escurrir el bulto.

Como le dije a mi hija cuando se marchó a la universidad: «Recuerda quién eres». Yo le estaba recordando a ella que llevase a su memoria de trabajo su imagen de sí misma, sus creencias, sus metas, para que pudiera ser fiel a sí misma.

La memoria de trabajo es una parte de la función ejecutiva de la corteza prefrontal. De nuevo, como el director de una empresa, debe recordar siempre los objetivos y los planes, y ver las necesidades y beneficios de los proyectos de cabo a rabo. Tiene su gracia que una de las funciones principales de la memoria de trabajo sea además impedir que se codifique información. La inhibición es una parte crucial del aprendizaje porque impide que el ruido distraiga a nuestra atención de lo que importa. Aunque olvidar puede ser frustrante, ¡es necesario! Si no, recuerdos triviales ofuscarían nuestras mentes. Correríamos la misma suerte que el joven Funes, el protagonista del memorable cuento de Jorge Luis Borges «Funes el memorioso». Con la maldición a cuestas de recordarlo todo, se acuerda de cada arruga de cada rostro, de la forma de cada nube, del sonido de cada gota de lluvia. Sobrecargado de recuerdos, se sumerge en sus propios pensamientos, se hunde en la desesperación y no se mueve de una silla de su casa, un inválido desesperado que no quiere recibir ni un estímulo más.

Hay un caso real en psicología de ese mismo problema; afectó a S. V Shereshevski, famoso memorizador sinestésico que parecía haber perdido la capacidad de olvidar. Le molestaba continuamente una cantidad enorme y cada vez mayor de detalles triviales que no paraban de llamar su atención. El ruido minó su facultad de dar algún sentido a lo que experimentaba. Si leía una historia o escuchaba a alguien hablar, podía recordar un sinfín de detalles triviales del contenido, pero en realidad entendía muy poco el asunto o las ideas en cuestión.



EL SISTEMA DE LA MEMORIA. Se muestran aquí las partes clave del sistema de la memoria. Una vez la corteza posterior percibe la información, la corteza prefrontal la capta y guarda. El lóbulo frontal hace esto reteniendo la información, en la memoria de trabajo durante un tiempo. Pasados unos minutos, el lóbulo frontal no quiere ya saber nada de ese recuerdo y hay que reclutar al hipocampo para que lo recupere. Cuando se recupera un recuerdo por mediación del hipocampo; se le pone de nuevo en la memoria de trabajo, en el lóbulo frontal. Llamo a esto nuestra RAM, crucial para mantener y manipular las palabras y las representaciones espaciales. Estas funciones casan más o menos con los dos componentes propuestos por Allan Baddely, el lazo fonológico y el cuaderno de bosquejos visoespacial. Unos años después de que se haya adquirido ese recuerdo, el lóbulo frontal puede llegar a él directamente sin la ayuda del hipocampo. De otro tipo de memoria, la memoria de procedimiento, que tiene que ver con el aprendizaje de destrezas motrices, como montar en bicicleta, se encargan el striatum y el cerebelo.

Hay quienes nacen con dificultades en la memoria de trabajo. A menudo eso les lleva a una conducta que se etiqueta de simplista y, erróneamente, «antisocial»; los individuos a los que les cuesta seguir una conversación o una actividad se sienten indefensos y por eso encuentran más seguro no participar. Quieren participar, pero no lo logran. Es esencial que los profesionales de la salud sepan más acerca de la memoria de trabajo porque está detrás de muchos problemas que aquejan al pensamiento coherente,

se trate de una mala evaluación y anticipación de consecuencias o de trastornos de la atención y la acción. Los demás también debemos guardar esto en nuestra mente antes de criticar demasiado deprisa. Los problemas con la memoria de trabajo son cruciales en los muchos síntomas del THDA. Los que tenemos la suerte de que nos funcione como es debido podemos predecir las consecuencias de nuestros actos: recordamos el futuro. Quienes padecen de THDA carecen de este don. Planificar les abruma, y «se olvidan de recordar», y «se olvidan de recordar que existirán en el futuro», y así hasta el infinito. Además, no disponen de la capacidad de filtrar los estímulos extraños. Cuando estas deficiencias se juntan en un desafortunado cerebro humano, la persona sufre una tríada de carencias: mala memoria, mala concentración, mala planificación. El sistema ejecutivo queda saturado de ruido, lo que crea una incapacidad de prestar atención.

LA MEMORIA SUBJETIVA

Gracias a la memoria de trabajo funcionamos de un instante al siguiente. Pero la naturaleza de la memoria de trabajo puede cambiar con el tiempo, incluso en un intervalo breve. Nuevas investigaciones sobre cómo trasladamos la información de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo están sacando a la luz toda una revelación: nunca podemos estar «seguros» de lo que recordamos.

El primer indicio al respecto lo proporcionó James Haxby, del Instituto Nacional de la Salud Mental, en Bethesda, Maryland, que está investigando la memoria facial. A medida que pasa el tiempo, dice, la memoria de trabajo de una persona parece basarse más en el conocimiento analítico del rostro que en la imagen misma. En un experimento pidió a los individuos participantes que recordasen una imagen de un rostro determinado durante 21 segundos mientras unos escáneres TEP tomaban imágenes de sus cerebros. Los escáneres revelaron que al principio se activaba un área de la corteza visual derecha, pero eso se esfumaba pronto y se intensificaba la actividad en la corteza prefrontal izquierda. Haxby concluyó que la corteza visual derecha guarda el recuerdo de trabajo y la corteza prefrontal izquierda codifica los pensamientos, impresiones y conexiones relacionadas con la memoria relativos al rostro que se está viendo. Esto muestra que ya no se necesitaba la corteza visual; la imagen misma no hacía falta para la identificación, solo la parte analizadora del cerebro. Los estudios sobre la amnesia humana han puesto de manifiesto también que la memoria de trabajo puede transferir información a la memoria a largo plazo en los 60 segundos siguientes a la codificación. La memoria se reorganiza enseguida para minimizar la dependencia de la fugaz memoria de trabajo; más tarde recobrará, cuando se quiera hacer uso de un recuerdo, la información subjetiva, interpretada.

De estas investigaciones se deriva una consecuencia vertiginosa: nunca podremos describir con toda exactitud lo que de verdad se presenta ante nosotros porque, en cuanto experimentamos algo, lo interpretamos inmediatamente y lo representamos con nuevas conexiones.

Daniel Schacter y sus compañeros de la Universidad de Harvard han desbrozado hace poco terreno nuevo en el problema de la falsedad o autenticidad de ciertos recuerdos. Schacter hizo que los individuos sometidos al experimento escuchasen listas de veinte palabras leídas en voz alta. Diez minutos después se les dieron unas listas impresas en las que se incluían palabras de las que se habían leído en voz alta, una palabra diferente pero emparentada con aquellas o palabras que no tenían nada que ver. Por ejemplo, si la palabra original era pastel, azúcar o caramelo, la palabra falsa que se ponía como cebo podía ser dulce. Los individuos intentaban entonces recordar qué palabras estaban en las listas originales mientras un escáner TEP registraba su actividad

cerebral. Los falsos recuerdos y los auténticos guardaban una correlación con las diferencias en el metabolismo de la glucosa de la sangre en diferentes áreas del cerebro distintas.

Tanto los recuerdos verdaderos como los falsos de las palabras originales estimularon el lóbulo temporal medio izquierdo, el área más cercana al hipocampo. Los recuerdos verdaderos, eso sí, estimulaban también la corteza tempoparietal izquierda, la región por donde la información sensorial entra en la corteza y en la que se la codifica. Una explicación posible podría ser que los individuos que tuvieron recuerdos verdaderos recordaron también el sonido real de la palabra cuando se la pronunció. Estos resultados quizá muevan a su imaginación a desbocarse con visiones de detectores de recuerdos falsos en un proceso criminal, pero Schacter asevera que esos resultados de los escáneres TEP únicamente son fiables para cosas que hayan sucedido solo unos minutos antes. Con todo, muestran que hay una conexión profunda, fuerte entre la percepción sensorial y la memoria. En el recuerdo auténtico de, digamos, aprender el significado de una frase desconocida en una lengua extranjera pronunciándola y escribiéndola a continuación, no solo participa el significado conceptual de las palabras, sino también los sonidos de las palabras, cómo aparecían en la página, el movimiento del brazo y de la mano, quizá incluso la impresión que causa la página bajo el bolígrafo.

MEMORIA EXPLÍCITA Y MEMORIA IMPLÍCITA

Como muestran los experimentos de Schacter, la memoria humana se reparte por todo el cerebro; sin embargo, ciertas funciones de la memoria siguen dependiendo de áreas concretas. El desarrollo del cerebro lo fomenta. La memoria de procedimiento o de aprendizaje de destrezas es la primera función memorística que se desarrolla en las etapas iniciales de crecimiento del cerebro; un niño pequeño aprende a estirar el brazo. Luego, su sistema de percepción se solidifica y el niño reconoce los objetos, y a continuación adquiere la memoria semántica o «factual» y llama a ese objeto redondo pelota. Por último, desarrolla la capacidad de tener recuerdos de episodios, gracias a la cual puede recordar conscientemente experiencias pasadas; se acordará de la última vez que arrojó la pelota y el perro fue tras ella, y la arrojará otra vez porque ver al perro correr por la pelota es muy divertido. Muchas funciones complejas de la memoria son posibles gracias a esta jerarquía y estratificación de los sistemas de la memoria.

La última etapa del desarrollo del cerebro crea la especialización de los hemisferios. Es entonces cuando se localizan ciertas funciones de la memoria, si bien la mayoría sigue dependiendo de regiones diferentes, y se posibilitan los recuerdos explícitos e implícitos.

La memoria explícita codifica el conocimiento factual (nombres, rostros, hechos, cosas). Depende de un diálogo inicial entre el hipocampo y el lóbulo temporal. Nuestra prehensión consciente accede directamente a los recuerdos explícitos. Se los recupera flexible y rápidamente, de vez en cuando con no mucha fiabilidad. La memoria implícita se encarga de ir guardando destrezas y hábitos en los que, una vez aprendidos, no hay que pensar conscientemente, como comer, hablar, caminar, montar en bicicleta y cómo hay que portarse para hacer amigos. Estos recuerdos son inflexibles y lentos pero sumamente fiables; en ellos participan los ganglios basales y el cerebelo.

La investigación está delineando mejor qué regiones del cerebro participan en las memorias explícita e implícita. Por ejemplo, parece que los pacientes que sufren trastornos de los ganglios basales, como el mal de Parkinson y la enfermedad de Huntington, no tienen problemas en recordar hechos y sucesos. No obstante, ya no son capaces de realizar debidamente una secuencia de movimientos convertidos en hábito, como andar. Tampoco pueden reconocer el punto siguiente de una secuencia mental que

se les ha explicado una y otra vez; pueden recuperar recuerdos guardados, pero no guardar otros nuevos.

Una buena parte de nuestra actuación y aprendizaje diarios es el resultado de la conversión de los recuerdos explícitos en implícitos. Por ejemplo, los recuerdos explícitos de procedimientos pueden volverse implícitos cuando completamos una tarea sin tener que remitirnos a cómo la hicimos en el pasado. Cuando estamos aprendiendo a montar en bicicleta, cada vez que nos sentamos en el sillín tenemos que recordar qué hicimos bien y qué mal la última vez. Pero a medida que vamos dominando la tarea, ya no tenemos que recordar activamente qué debemos hacer. Lo hacemos, y ya está. El recuerdo del procedimiento, al principio explícito, se ha vuelto implícito., Larry Squire, de la Universidad de California en San Diego, ha usado electroencefalogramas y escáneres TEP para mostrar que la localización de la memoria en el cerebro cambia cuando se vuelve implícita.

Un ejemplo importante de memoria implícita es la metamemoria, la facultad de tener conocimiento de la propia capacidad memorística. Es una «sensación de saben». Investigaciones recientes indican que tal vez estén a cargo de la metamemoria los lóbulos frontales, porque hay individuos a los que se les ha extirpado parte del lóbulo frontal que carecen de ella. Tienen que desenvolverse en la vida cotidiana sin la intuición de qué saben y qué no de verdad. La metamemoria actúa cuando tenemos un nombre en la punta de la lengua y sabemos que lo sabemos, solo que no podemos darle un empujón para que nos venga a la cabeza. Hay personas que han perdido partes considerables de su corteza frontal que no tienen la noción de qué se están olvidando de algo.

MEMORIA DE EPISODIOS Y MEMORIA SEMÁNTICA

Aunque en aras de la simplicidad estamos describiendo cada tipo de función de la memoria como si no fuese un asunto intrincado, debe saberse que las distintas memorias son cualquier cosa menos poco intrincadas. Salta a la vista con la memoria de episodios y la semántica, que son diferentes pero están interrelacionadas.

La memoria de episodios es la capacidad de situar hechos y sucesos en el tiempo y de referirse a ellos libremente. Mira al pasado, como cuando recordamos el nacimiento de nuestro primer hijo, y mira hacia el futuro, como cuando imaginamos unas vacaciones anticipadas el mes que viene. La memoria de episodios es también el chamán cuentacuentos que llevamos todos dentro. En las sociedades tribales con tradiciones orales muy ricas, las historias y el conocimiento de los viejos merecen un respeto especial porque se considera que son la fuente de recuerdos culturales importantes que guían la vida de la tribu. Un anciano Séneca indígena cuenta una historia sobre el «recordar», cuya moraleja es que quienes incorporan espiritualmente las historias del pasado adquieren mayores dotes, mientras que quienes desdeñan el pasado están condenados a repetir sus errores. Quizá esta moraleja tenga una honda importancia para todos, puesto que enseña que nuestros recuerdos no son pedazos muertos del pasado, sino las poderosas fuerzas que están detrás de lo que creemos en el presente e imaginamos acerca del futuro. La memoria semántica está desligada de la experiencia personal. Es cognoscitiva, no autobiográfica; es el fundamento impersonal del tesoro de conocimientos de cada uno. Gracias a la memoria semántica podemos retener hechos y funciones cotidianas; incluye categorías de sucesos, objetos, el conocimiento espacial y la descripción simbólica. Los hechos semánticos difieren de los hechos episódicos solo en que han sido extirpados de un momento y un lugar específicos. Una vez se ha extraído a Bill, que tanto se metía con los demás, del recuerdo que se guarda en la memoria de

episodios del patio del colegio, se queda reducido a la categoría semántica, genérica de «chico agresivo que mete miedo».

La memoria de episodios es, por necesidad, más plástica que la semántica, pero es también mucho menos de fiar; puede distorsionarla todo tipo de distracciones, incluidos el miedo, la ansiedad y el estrés. La memoria semántica se forma a menudo mediante la repetición rutinaria, con la ayuda de nuestra facultad de generalizar y categorizar. La memoria de episodios no puede, por su propia naturaleza, adquirirse de esa manera. En griego, para referirse a la memoria de episodios decían «la confección de un cuento», una creación hecha de pensamientos, creencias, interpretaciones y emociones. El lenguaje depende en gran medida de la memoria semántica. Para tener un sistema universal de representaciones simbólicas necesitamos un sistema que recuerde los conocimientos impersonales, como el significado de las palabras, las reglas gramaticales y la sintaxis.

Como las memorias explícita e implícita, la semántica y la de episodios guardan entre sí una relación circular. La memoria de episodios está inmersa en la semántica, pero esta depende de aquella. Así, parece que los episodios con un significado entran en la conciencia en la forma de guiones que luego se convierten en recuerdos autobiográficos. Puede que quienes padecen una forma de amnesia que les hace incapaces de recordar ciertos acontecimientos específicos que les han ocurrido en el pasado recuerden la secuencia de acciones necesaria para apagar un ordenador, y se acordarán de los rasgos generales de la personalidad que tuviesen antes de la amnesia, pero no recordarán un solo hecho que sirva de ejemplo de ese rasgo. Endel Tulving y Dan Schacter comunicaron el caso de un paciente, Gene, que había sufrido una lesión en sus cortezas frontal y temporal, incluido el hipocampo izquierdo. No podía recordar ningún acontecimiento concreto de su pasado y tampoco aprender nada nuevo. No obstante, tenía conocimiento semántico; podía recordar el camino por el que iba al colegio y cómo se cambiaba una rueda, pese a que no podía recordar que hubiese ido al colegio o que hubiese cambiado alguna vez una rueda.

Aunque la memoria de episodios y la semántica están relacionadas, un estudio reciente de tres niños británicos sugiere que el hipocampo es fundamental solo para la memoria de episodios. El neuropsicólogo londinense Faraneh Vargha-Kahdem mostró que unos niños con amnesia severa a causa de una lesión del hipocampo podían de todas maneras tener una memoria semántica sorprendentemente buena. Los tres niños, Beth, Jon y Kate, tienen ahora, respectivamente, catorce, diecinueve y veintidós años. Cada uno de ellos sufrió lesiones cerebrales por falta de oxígeno, Beth al nacer, Jon al nacer o durante unas convulsiones a los cuatro años, y Kate por una parada respiratoria a los nueve años. Desconcertaron a los médicos: no podían recordar qué día era o qué programa de televisión acababan de ver, y se perdían constantemente en lugares que deberían haberles sido familiares. Sin embargo, de alguna forma aprendieron a leer, escribir y la ortografía como sus compañeros de clase. Sacaron notas medias en colegios normales y decían de corrido hechos y definiciones. Sin embargo, olvidaban las conversaciones en cuanto se acababan y hasta qué día era. La tragedia es que, pese a sus logros académicos, su amnesia es tan severa que tendrán que vivir bajo estricta supervisión y nunca podrán llevar una vida independiente.

LA MEMORIA SENSORIAL

Hemos visto de qué forma actúa la memoria. Fijémonos ahora rápidamente en los tipos de memoria básicos: la sensorial, la motriz, la visoespacial y el lenguaje.

Cada uno de nuestros sentidos nos conecta con una parte del mundo -sonidos, vistas, sabores, olores, sensaciones táctiles-, y diversas incitaciones sensoriales pueden

despertar nuestros recuerdos. Un famoso ejemplo clínico de lo entrelazados que están los sentidos y la memoria es, de nuevo, el del famoso memorizador S. V Shereshevski que asombró a las multitudes a principios de los años sesenta con su memoria infalible para los detalles más insignificantes. Percibía con los sentidos cambiados. Veía sonidos, oía olores, tocaba sabores y degustaba formas. Al oír un sonido de 2.000 ciclos por segundo, por ejemplo, dijo que se parecía a «una especie de fuegos artificiales de un color entre el rosa y el rojo». Describía sus percepciones así: «La franja de color produce una sensación áspera y desagradable y sabe fatal, como una conserva en salmuera. Podría raspase la mano con eso».

Hoy se habría caído en la cuenta de que el «talento» de Shereshevski es en realidad una rara dolencia, la sinestesia, en la que la excitación de un sentido como respuesta a un estímulo que por lo normal no tiene ninguna relación con él -ver olores, por ejemplo- no se percibe como algo mental, sino como un hecho externo real. El resultado es que muchos sinestésicos tienen una memoria asombrosa. La razón es que poseen la facultad de volver a experimentar eidéticamente el sentido sinestésico ligado a la memoria misma. Por ejemplo, Shereshevski utilizaba la técnica memorística común de imaginarse una ciudad. Cuando alguien del público le proponía recordar algo, tomaba la experiencia sinestésica ligada a su percepción de la proposición y la situaba en alguna parte de la ciudad. Por ejemplo, oír algo podía hacer que viese un cuadrado blanco. Otra cosa podía evocar una esfera negra. Situaba entonces esos objetos sensoriales en su ciudad imaginaria.

Para recordar esas cosas, solo tenía que darse un «paseo» por su ciudad. Cuando veía cada objeto -el cuadrado blanco o la esfera negra-, sabía fácilmente lo que estaba ligado a él. Podría compararse esta facultad a la memoria fotográfica, pues Shereshevski recordaba su ciudad tan vívidamente como si hubiese estado caminando por una de verdad. La sinestesia proporciona un ejemplo de la importancia que tiene la experiencia sensorial en la creación de recuerdos. La mayoría no nos damos cuenta de en qué medida nuestras experiencias sensoriales son recuerdos. Piense en su último cumpleaños; es probable que lo primero que se le venga a la mente sea la imagen de un pastel o de quienes estaban allí. Piense en la última vez que haya comido en un restaurante; es probable que lo primero que recuerde sea un olor o el ruido de la sala. Hay un juego divertido para cuando hay que matar el tiempo, digamos que conduciendo. Intente recordar algún hecho o experiencia, y percátese -de qué parte tan grande de ese recuerdo está formada por informaciones sensoriales. Se quedará sorprendido.

LA MEMORIA MOTRIZ

El movimiento es una base fundamental del aprendizaje porque es un aspecto principal de cada segundo de cada día. Sin el excelente control motriz que tenemos sobre nuestras cuerdas vocales, por ejemplo, nos sería imposible hablar. La memoria motriz es importante para tareas puramente «mentales», también, desde hacer una división larga hasta secuenciar los pasos necesarios para resolver un problema en la oficina.

Investigaciones recientes han mostrado que el cerebelo desempeña un papel destacado en la memoria motriz. Los pacientes con lesiones en esta parte del cerebro tienen dificultades en evaluar la velocidad de un objeto, golpear con el pie a un ritmo regular y distinguir diferentes intervalos de tiempo. Aprender una destreza motriz requiere el desarrollo y la modificación de programas motrices cada vez más precisos, que no solo coordinen movimientos cada vez más exactos, sino también la cognición necesaria para realizarlos.

La memoria motriz se logra mediante un refinado sistema de retroalimentación que detecta los errores que se cometen cuando se aprende el movimiento. El sistema de retroalimentación se vale de esos errores como base a partir de la cual se genera una nueva y más precisa secuencia de órdenes, que al final conduce a una actuación con éxito. Modificamos y aprendemos por medio del movimiento cada segundo de la vigilia de cada día, estemos activos o inactivos.

Aprender una destreza motriz es otra historia. Algunos indicios recientes sugieren que el aprendizaje de una destreza no se produce en forma de bucle, sino en dos etapas. Durante la primera la actividad se concentra en la población de células que represente mejor el estímulo o el movimiento. En el caso de aprender a tocar el piano, las principales áreas motrices son las regiones del cerebro que controlan los ojos para leer la música, los oídos para escuchar los sonidos y los dedos para tocar las teclas. En la segunda etapa, se reclutan lentamente más neuronas para refinar los patrones de disparo neuronales esenciales. Por eso la práctica lleva a la perfección.

En cuanto a los recuerdos motrices, la corteza frontal planea y organiza las acciones mientras los ganglios basales y el hipocampo actúan juntos para guardarlos recuerdos a largo plazo. Debe recordarse que el hipocampo es el puente para el paso de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo; por eso la memoria motriz, como la sensorial, tiene una crucial ventana de vulnerabilidad en el tiempo.

La memoria motriz y el aprendizaje de destrezas están íntimamente interrelacionados. La interrupción de uno de los sistemas interfiere drásticamente con el otro, y como cualquier otra destreza cognoscitiva superior (el lenguaje o las emociones), es una empresa global. Los estudios han mostrado que quienes aprenden a cantar o a tocar un instrumento musical se benefician de una comunicación mejor entre los hemisferios. Tocar el piano ejercita el cerebro entero. El resultado es que otras señales cognoscitivas vuelan más deprisa y se leen con más exactitud. Ello tiene un impacto considerable en la agudeza mental de las personas, porque la comunicación entre los dos hemisferios llega a ser mejor que en el individuo medio.

Los individuos creativos y artísticos poseen realmente niveles superiores de comunicación interhemisférica. Las idas y venidas creativas del hemisferio derecho, los patrones que engendra, no bastan para tener creatividad; deben unírseles la acción o el lenguaje (funciones motrices) coordinados por el hemisferio izquierdo para que puedan mostrarse al mundo (al revés para los zurdos). Un bello soneto o un hermoso cuadro existentes en la cabeza de alguien deben expresarse con un medio inteligible, lo cual requiere movimientos motrices afinados. Otros estudios muestran que las personas creativas tienen además un grado superior de excitación cortical. Es concebible, pues, que si un niño practica diariamente con un instrumento musical o unos pasos de danza su capacidad cognoscitiva aumente. Un torrente de estudios que cayó sobre la prensa popular en 1996 mostró que la formación artística, que en buena parte consiste en ensayar movimientos, ampliaba el buen aprendizaje en otras áreas.

El objetivo al tocar el piano, por ejemplo, es lograr expresividad. Junto con el procesamiento en paralelo que debe producirse para sacar sonidos del instrumento, el músico está constantemente ajustando sus decisiones sobre el tempo, las notas, el estilo, el ritmo, el fraseo y el sentimiento; está entrenando el cerebro para que llegue a ser increíblemente bueno en organizar y dirigir numerosas actividades a la vez. La práctica dedicada de esta orquestación puede suponer para la atención, la inteligencia y la capacidad de autoconocimiento y expresión una gran renta para toda la vida.

El ejemplo más célebre de este fenómeno viene de la mano de Albert Einstein, quien tocaba el violín con regularidad. A veces dejaba de tocar bruscamente, se levantaba de un salto de su silla y garabateaba una idea o parte de una ecuación. Quienes tararean o

silban una melodía mientras piensan en algo -o caminan en una máquina de ejercicio, como hago yo- usan programas motores del cerebro para que los ayuden en su divagar en pos de conexiones neuronales. Una razón por la que la función motriz y la memoria están tan estrechamente ligadas, como se señaló en el capítulo anterior, es que ambas están coordinadas por el lóbulo frontal, donde se aloja la función ejecutiva del cerebro.

LA MEMORIA VISOESPACIAL

Está usted en casa, es de noche, tarde ya, hay una tormenta, relampaguea, se va la luz. No puede ver, pero se las apaña para llegar sin tropezar hasta el cajón de los trastos en la cocina, donde hurga hasta dar con la vela y las cerillas.

¿Cómo ha podido hacer eso a oscuras? ¡Porque usted se basa en la vista hasta cuando no puede ver! La memoria visoespacial le capacita para recordar el aspecto visual de los objetos o de una escena, incluidos el emplazamiento tridimensional y la forma de los muebles en una habitación que le resulta familiar pero está a oscuras.

La memoria visoespacial no se limita a los datos sensoriales. Imagínese que está usted sentado en una habitación vacía y que alguien ha dispuesto que esté suspendida en el aire, sobre su cabeza, una mesa de despacho que usted no ha visto nunca. Su tarea consiste en identificar ese objeto cuando lo mira desde el suelo. Seguramente nunca habrá visto una mesa desde ese extraño ángulo, pero es más que probable que reconozca lo que es. Podemos reconocer objetos instantáneamente incluso cuando los vemos desde ángulos desacostumbrados o que no dejan de cambiar.

El procesamiento visual empieza con el establecimiento de una representación neuronal en la corteza visual. Luego, esa información se transfiere al lóbulo frontal para que se siga ordenándola. La representación interna resultante permanece estable con el tiempo incluso aunque diariamente se nos presente una variedad innumerable de perspectivas. Nuestros cerebros visoespaciales compensan constantemente una falta de información, sobre todo añadiendo lo que haga falta para rellenar los huecos.

Los pintores hacen con regularidad uso de esa capacidad de los espectadores. Una de los asuntos más apasionantes en cualquier cuadro es lo que no está pintado en realidad. No es necesario pintar nada más que la visera de la gorra de un chico para transmitir que, en efecto, lleva una gorra. Nuestra memoria visoespacial ve la línea redondeada del borde y rellena lo demás.

Imágenes y percepciones mantienen una interrelación única. Los enfermos de Alzheimer, por ejemplo, tienen dos formas de deterioro de la memoria de trabajo visoespacial. Mientras que las lesiones del hemisferio izquierdo perjudican a la percepción de los detalles pequeños, las lesiones del hemisferio derecho lo hacen a la representación global. Si estos enfermos estuviesen, hipotéticamente, viendo en las ceremonias de apertura de las Olimpiadas a una banda de música disponerse en forma, de manzana, verían solo la manzana o solo las personas.

EL LENGUAJE Y LA MEMORIA VERBAL

El lenguaje es fundamental para el desarrollo de recuerdos complejos. Hace milenios, nuestra capacidad de nombrar se hizo posible únicamente cuando el cerebro desarrolló las conexiones entre áreas motrices y sensoriales de orden superior, tales como las de Broca y Wernicke, respectivamente, y el director en la corteza frontal situado ante el área de Broca. De esta forma evolucionó en nosotros un sistema de memoria de trabajo para nombrar que más tarde conduciría al milagro del lenguaje.

Las disfunciones de la memoria verbal no solo distorsionan la comunicación, sino también la representación que uno se hace de la realidad. Esta es la causa de las fabulaciones, las aseveraciones falsas que se hacen sin intención alguna de engañar y sin raíz alguna en una psicopatología de fondo.

Para tener una concepción adecuada de la realidad debemos poder discriminar entre los posibles orígenes de nuestros recuerdos. Los que fabulan están perdidos constantemente en una especie de cuarta dimensión. En aquellas de sus actividades cotidianas que beben de la memoria deben vérselas con la inseguridad de no saber dónde están enraizados sus propios recuerdos. ¿Qué es verdad? ¿De dónde ha salido esa historia? ¿Estoy hablando de una historia real o de una fantasía? Los fabuladores a menudo no pueden saberlo.

Muchas personas con lesiones cerebrales en los lóbulos frontales fabulan con frecuencia. Las cosas que dicen pueden en sí ser complejas, yendo de falsedades sutiles a elaboradas y singulares historietas. Un paciente que llevaba días en el hospital decía que había pasado la noche anterior en un club jugando a las cartas con el médico y la enfermera jefe.

No debe confundirse la fabulación con la amnesia. Aunque los fabuladores tienen, como es obvio, dificultades con la memoria, sus fábulas no se deben, consciente o inconscientemente, a un deseo de «llenar los huecos». Muchos no tienen reparos en reconocer que hay huecos en su memoria, pero no se sienten impelidos a rellenarlos. Algunos enfermos pueden incluso corregir sus fabulaciones sin que nadie les inste a ello. Un paciente decía: «He estado tomando el té con mi mujer. ¡Ah!, en realidad no. No ha estado hoy aquí».

Vilayanur Ramachandran, de la Universidad de California en San Diego, explica estos comportamientos como una mala coordinación entre los hemisferios cerebrales. El izquierdo tiene encargada la creación de modelos o historias que tengan sentido. Organiza la información, las creencias y las impresiones que tenemos por ciertas en general y las pone a disposición del discurrir cotidiano. El hemisferio derecho detecta e interpreta las anomalías de la experiencia. Ramachandran defiende la hipótesis de que cuando llega a haber una cierta cantidad e intensidad de información anómala, el hemisferio derecho obliga al izquierdo, o a revisar su historia, o a empezar de nuevo. Algunas víctimas de accidentes vasculares en el cerebro fabulan porque su dañado hemisferio derecho ya no puede detectar anomalías en sus vidas, la más evidente de las cuales es la parálisis de su brazo izquierdo. Con el hemisferio izquierdo liberado de la intervención del derecho, la mente del paciente campa a sus anchas y se engaña a sí misma de manera incontrolable creyendo que tiene un cuerpo funcionalmente completo.

Para contrastar esta teoría, Ramachandran llenó una jeringuilla con agua helada y la vertió con cuidado en el canal auditivo izquierdo de una fabuladora. Esto indujo inmediatamente el movimiento rápido de los ojos y disipó, de una forma impresionante, las fabulaciones. La paciente reconoció súbitamente la parálisis de su brazo izquierdo, que antes había estado negando. Media hora después, sin embargo, al calentarse el agua helada, la mujer volvió a fabular, volvió a negar la parálisis de su brazo izquierdo. Ramachandran cree que el choque sensorial del agua fría quizá estimuló el hemisferio derecho o tal vez disparó el movimiento rápido de los ojos, que puede suscitar la recuperación de recuerdos remotos, como pasa a veces en los sueños. En el sueño REM la gente descubre a veces cosas turbadoras acerca de sí misma; puede que en los sueños tome el mando el hemisferio derecho y haga que nos percatemos mejor de las rarezas de nuestra vida.

TRAUMAS

En general, es más fácil recordar los acontecimientos que nos causan una gran alegría o una gran pena. En realidad, la codificación y los mecanismos de recuperación de recuerdos cargados emocionalmente son diferentes por lo que respecta a su estructura de los de otras formas de memoria.

Hay una diferencia llamativa entre cómo recuerda la gente los hechos traumáticos y las verdaderas sensaciones que tuvieron en esas experiencias. Bessel van der Kolk, de la Universidad de Boston, destacado investigador de los recuerdos traumáticos, habla de estas cuestiones en su libro *El estrés traumático*. En un estudio, él y sus colegas encontraron que de todos los individuos que habían sufrido traumas solo uno llegó a elaborar un relato del trauma con el paso del tiempo. Cinco que decían que habían sufrido abusos de niños no podían, de adultos, ni siquiera contar una historia completa de qué les pasó. Únicamente tenían la intuición de que habían abusado de ellos. Algunos tenían recuerdos fragmentarios, respaldados por las explicaciones que otros daban de qué pasó de verdad. Esencialmente, esas personas se habían disociado de sus experiencias.

Los recuerdos de hechos traumáticos o de otros acontecimientos muy emotivos permanecen inusualmente estables a lo largo del tiempo. Es notable, dada la facilidad con que otros recuerdos se deterioran. Desde los trabajos de 1889 de Pierre Janet, un colega de Sigmund Freud, se había aceptado que la memoria consciente está coloreada por la totalidad de la experiencia de una persona, distorsionada tanto por las experiencias tenidas en el pasado como por el estado emocional en el momento en que se recuerda.

Según Van der Kolk, sin embargo, la diferencia importante es que los elementos sensoriales de las experiencias normales, cotidianas se integran con facilidad en un relato personal en marcha. Las experiencias traumáticas son excepcionales porque esos acontecimientos intensamente emotivos no están codificados en los estados narrativos en marcha. Un individuo traumatizado suele ser incapaz de formular una concepción unificada de la experiencia desgarradora, pero sigue acosado por las poderosas emociones que dicho trauma suscitó, en forma de estados emocionales y percepciones sensoriales fragmentados.

Quizá los recuerdos traumáticos no se pueden recuperar explícitamente porque se han incardinado demasiado profundamente en la memoria a largo plazo. Cuando un individuo intenta recordar el hecho traumático, la experiencia sensorial auténtica interfiere con un diluvio de detalles vívidos y dolorosos, pero aparentemente intrascendentes. La amígdala reacciona exageradamente mientras que el área de Broca, crucial para el lenguaje y el habla, deja de trabajar. El resultado es que el sujeto se queda «sin palabras» cada vez que intenta recordar el episodio traumático y es incapaz de expresar la experiencia verbalmente. Esto es importante porque la formación de las palabras suele desempeñar una función de diferir, de darle tiempo al cerebro a clasificar la información necesaria para recordar. Pero no se forma ninguna palabra, el cerebro queda vencido por la confusión de datos que le llega.

Terapéuticamente, ayudar a una persona así a encontrar las palabras puede poner en marcha un proceso que le permita vérselas con el terror; este deja de esa forma de ser una sensación y se convierte en una experiencia concreta que puede atajarse. Cuando la reacción emocional se puede tolerar, vienen las palabras. Cuando se conoce y puede nombrar el problema, resulta menos horroroso. Lo mismo vale para un problema psiquiátrico: una vez el paciente tiene un nombre y una forma para él, es menos amenazador.

Un estudio reciente de Antonio Damasio ha concretado cuáles son las regiones cerebrales a las que se debe la discordancia. El estudio observó a unos individuos que

tenían lesiones cerebrales solo en el hipocampo, solo en la amígdala o en ambos. A los tres grupos se les proyectaron diapositivas de diferentes colores. Cuando se enseñaba la diapositiva azul se oía un sonido fuerte y perturbador. Los individuos de los tres grupos mostraron una reacción en la conductividad de la piel relacionada con el susto o el -miedo ante el fuerte ruido.

Pasados varios ciclos, se mostró la diapositiva azul unas cuantas veces sin el ruido. El grupo de control, formado por individuos normales sin atrofia cerebral, mostró una respuesta condicionada clásica: seguían reaccionando con una fuerte conductividad en la piel. Los pacientes con lesiones en el hipocampo también, aunque no recordaban el condicionamiento previo. Los que tenían lesiones en la amígdala, en cambio, no mostraban un condicionamiento emocional ante la diapositiva azul, pese a que podían recordar lo que había ocurrido durante las sesiones de condicionamiento. Los que tenían lesionados tanto el hipocampo como la amígdala ni recordaban el condicionamiento ni daban muestras de condicionamiento emocional. Damasio llegó a la conclusión de que el condicionamiento emocional depende de la amígdala y de que las emociones se procesan independientemente de los hechos a los que están asociadas.

Una vez la amígdala ha asociado un significado emocional a la información sensorial, su evaluación emocional se transfiere al hipocampo, que organiza la información y la incorpora a recuerdos anteriores de detalles sensoriales parecidos. Cuanto mayor sea el peso emocional que le asigna la amígdala, tanto más resueltamente lo grabará el hipocampo de manera permanente.

Pero hay un límite. Si la excitación emocional es demasiado grande, al hipocampo le costará hacer una categorización y evaluación apropiadas del hecho traumático. Lo que pasa, químicamente, es que una experiencia traumática o un recuerdo penoso -o una incidencia elevada del estrés, da lo mismo- incrementan los niveles de cortisol que usa el cerebro. El cortisol, la hormona del estrés, actúa ligándose a los sitios receptores del hipocampo, pero cuando la emoción es demasiado alta se liga en exceso a cada neurona. El ataque aumenta el metabolismo de las células tanto que, básicamente, se sobrecalientan y mueren. El resultado es que el hipocampo no puede organizar los componentes de la experiencia traumática en un todo unificado. La persona solo podrá volver a experimentar los fragmentos sensoriales penosos, no el hecho en sí. La experiencia traumática se registra como algo aparte, disociado de las demás experiencias de la vida, y adquiere una naturaleza intemporal y ajena.

LA CONTROVERSIA SOBRE LA AMNESIA TRAUMÁTICA

Hace muchos años, Pierre Janet expuso el caso de una mujer a la que «el terror paralizaba» cada vez que pasaba por una puerta de la casa que conducía al exterior. Aunque la mujer no podía explicar qué tenía ese sitio que la asustaba tanto, Janet descubrió más tarde que varios hombres quisieron gastarles una broma diciéndole que su marido, borracho, al que habían dejado en la puerta, estaba muerto. Incluso después, esta mujer asociaba esa puerta al intenso miedo. Mucho más recientemente, los investigadores B. A. Tobias, John Kihlstrom y Daniel Schacter presentaron el caso de una mujer que tenía fobia al agua que corre. No recordaba cómo había adquirido esa reacción. Por último, la visitó una tía, que despertó en ella un recuerdo de infancia: se perdió durante el transcurso de una comida en el campo y quedó atrapada bajo una cascada.

La amnesia traumática está documentada desde finales del siglo XIX, y desde entonces no ha dejado de ser notable la variedad de los casos. Por ejemplo, en nuestros días Van der Kolk describe en su trabajo a una mujer traumatizada que había perdido

todo recuerdo explícito de haber estado en el incendio de la discoteca Cocoon Grove de Boston, y sin embargo seguía reviviendo su experiencia cada aniversario del desastre. Otro paciente, un veterano de Vietnam, consiguió que la policía reprodujese con él un tiroteo en el aniversario de la muerte de un compañero del ejército. Tampoco recuperaba conscientemente ese recuerdo traumático.

Las investigaciones nos han enseñado que cuanto más joven es una persona cuando sufre el trauma y más prolongado ha sido este, más probable es que sufra una amnesia traumática considerable. Lo devastador es que, incluso cuando el verdadero contenido de la experiencia está oculto, los componentes emocionales y sensoriales del recuerdo permanecen con la persona toda la vida, y cualquier sensación relacionada con la experiencia traumática, desde el coito hasta el miedo a la excitación sexual, se convierte en una poderosa incitación para las emociones negativas. La combinación de estos síntomas constituye la dolencia ahora denominada trastorno de estrés postraumático (TEPT).

El aspecto más polémico de la amnesia traumática es la validez del recuerdo diferido. Aunque la controversia es compleja y toca el incesto, la familia, las reglas sociales e incluso las creencias religiosas, es fundamentalmente un debate sobre la fidelidad y distorsión de la memoria y la medida en que la sugestión influye en ella. Por eso, científicos como Schacter se sienten obligados profesionalmente a intentar desvelar la verdad acerca de los recuerdos recobrados, si bien, como él mismo comenta, «buscar la verdad en este ambiente cargado no es fácil».

Ciertos hechos traumáticos, desde luego, pueden olvidarse temporalmente y luego recordarse. Por ejemplo, sabemos que el abuso de niños es un grave problema de nuestra sociedad. No hay razones para poner en duda los recuerdos de quienes siempre han recordado su abuso o de quienes lo han recordado espontáneamente, por sí mismos. Sin embargo, como han demostrado los experimentos de Elizabeth Loftus sobre los recuerdos infantiles falsos, sí las hay para poner muy en entredicho que los recuerdos recién hallados en una terapia de sugestión existiesen con anterioridad y no se inventaran bajo el poder de dicha sugestión. El problema estriba en distinguir entre disociación y represión.

Ernest Hilgard y John Kihlstrom, que sostienen que esa disociación es la causa de la amnesia traumática, basan su teoría en el supuesto de que a nuestros pensamientos, sentimientos y memoria consciente les es posible perder la comunicación. Los traumas o el estrés pueden romper los nexos entre esos sistemas, con el resultado de que los hechos del pasado se fragmentan y las experiencias traumáticas no se puedan reconstruir explícitamente nunca.

La represión es un importante mecanismo freudiano de defensa que se cree obstaculiza el recuerdo consciente de experiencias terriblemente difíciles. Pero psiquiatras de hoy, como David Spiegel, de la Universidad de Stanford, mantienen que la represión actúa solo con experiencias traumáticas aisladas; no tienen fuerza suficiente para explicar la amnesia total de períodos enteros del pasado de una persona. Para Spiegel, la amnesia traumática solo puede explicarse por medio de la disociación.

Un problema de la teoría de la disociación, no obstante, es que en los individuos normales las experiencias repetidas mejoran la memoria.

Por tanto, si los abusos, digamos, se produjeron con regularidad debería ser más fácil recordarlos que olvidarlos. Para lograr una amnesia profunda a largo plazo el mecanismo de represión ha de vencer este potente efecto de la repetición. Mientras, los estudios muestran también que es muy frecuente el recuerdo de un incidente traumático aislado. Schacter cita ejemplos como los de los secuestros de Chowchilla, los asesinatos de un francotirador en un colegio y el hundimiento de un corredor elevado en un hotel de

Karísas City. Quienes vivieron esos hechos padecen cierto grado de olvido y de distorsión, pero ni una de esas personas tiene una amnesia completa al respecto.

En respuesta, Lenore Terr, de la Universidad de California en San Francisco, apunta que los hechos traumáticos repetidos desafían la tendencia natural al refuerzo. Los niños que han padecido repetidos abusos, por ejemplo, son más propensos a recurrir a la represión para disociar la experiencia de su aprehensión consciente. Schacter va más lejos, y dice que el conocimiento general de los abusos se conserva mientras los detalles propios de cada hecho pueden que se difuminen, lo que explicaría por qué los recuerdos de los supervivientes de los abusos sexuales son a menudo vagos en los detalles. La memoria de episodios puede desvanecerse y tomará el mando la memoria semántica.

Parece que las investigaciones respaldan la posibilidad de que se olviden los detalles de los traumas repetidos, pero no la amnesia total de la experiencia. En un estudio de Linda Meyer Williams, de la Universidad de New Hampshire, de mujeres que habían sufrido abusos, el 16% afirmaba que había veces que no recordaban que los habían padecido, pero en la mayoría de los casos decían que empezaron a olvidar solo unos años después de que se produjesen los hechos. Los recuerdos se desvanecieron como cualquier otro que no se recuperase en mucho tiempo.

Hay una buena razón para creer que actúan diferentes mecanismos cerebrales en los traumas temporalmente olvidados y en la amnesia de períodos extensos de tiempo. Por ejemplo, se han citado con frecuencia las reviviscencias de los veteranos de guerra como prueba de la fidelidad de los recuerdos recobrados. Sin embargo, esos recuerdos reflejan a menudo una mezcla de fantasía y realidad y están muy influidos por esperanzas, creencias y miedos. Puede que el contenido de una reviviscencia diga más de lo que una persona cree o teme del pasado que de lo que pasó de verdad. Así, aunque un incidente aislado puede reprimirse, la disociación ofrece la mejor explicación de la amnesia traumática. En su libro *En busca de la memoria* Schacter expone un caso especialmente convincente:

A mediados de los años ochenta uno de mis colaboradores, el doctor Nissen, psicólogo cognoscitivista, se encontró con una paciente notable: una mujer de mediana edad que al parecer albergaba múltiples personalidades. Nissen decía que parecía tener veintidós: una era una niña de cinco años; otra, Alice, de treinta y nueve, estudiaba para consejera, se pasaba mucho tiempo leyendo la Biblia y disfrutaba pintando cuadros de temática religiosa. Bonnie, de treinta y seis años, se interesaba sobre todo por el teatro. Charles era un hombre irritante, de cuarenta y cinco años, que bebía mucho, le gustaba ver en televisión programas de lucha libre y pintaba animales salvajes. Gloria, de treinta y dos años, era una de las varias personalidades zurdas que tenía; pintaba también, pero más abstractamente, y adoptaba un apellido, distinto a las demás para tener su propio número de la seguridad social. Cada personalidad salía a afrontar el mundo externo en momentos diferentes de la vida de la paciente. Algunas de las personalidades se conocían entre sí, pero muchas no recordaban las experiencias de las otras y no eran conscientes de que existían.

El doctor Nissen no ve ningún motivo por el que la paciente simule el trastorno, ni indicio alguno de que lo haga. Además, esta mujer tiene un cociente de inteligencia más bien bajo y sería incapaz del enorme esfuerzo mental requerido para mantener 22 personalidades inventadas sin confundirse. La paciente tenía numerosos lapsus de memoria y a menudo no recordaba dónde había estado o qué había hecho. Y su historial contenía señales y síntomas de que su identidad estaba perturbada desde la niñez; a los cinco o seis años protagonizó estallidos de comportamiento agresivo, violento, y los parientes comentaban que se refería a sí misma con nombres diferentes durante los mismos. Asistió irregularmente al colegio y su conducta era errática.

Los problemas de esta mujer eran los típicos de los niños con trastornos disociativos. Según Schacter, esos niños tienen problemas de comportamiento graves, se meten frecuentemente en líos y se les suele llamar mentirosos patológicos o soñadores pertinaces. Una persona con un verdadero trastorno disociativo deja detrás una estela de patologías graves, y la estela de la paciente del doctor Nissen era fácil de seguir.

Schacter, eso sí, le advierte vehementemente contra las aseveraciones de los terapeutas que han recuperado de pronto un recuerdo traumático «suprimido» en un paciente que no haya dejado semejante estela. La advertencia se duplica si el terapeuta emplea técnicas de sugestión, como la hipnosis. Schacter cita un estudio reciente de veinte mujeres que se retractaron de sus recuerdos recobrados de abusos sexuales. Había algunas semejanzas llamativas entre esas mujeres: diecinueve de ellas los recuperaron durante la terapia, y todas ellas afirmaban que el terapeuta había influido claramente en el desarrollo de su recuerdo. Era notable que el 90% de las retractadas comunicasen también que en la terapia se emplease algún tipo de inducción al trance, la hipnosis sobre todo.

Nunca podrá haber una prueba irrefutable de que el recuerdo de un trauma haya sido implantado falsamente, pero circulan anécdotas que refrendan que es una clara posibilidad. Retrocediendo a un artículo de 1982, nos encontramos con que Loftus citaba a dos psicoterapeutas que reconocían haber administrado a pacientes obesos un tratamiento no exento de polémica, consistente en implantar historias completamente falsas en sus recuerdos autobiográficos. Los pacientes habían sido obesos toda su vida, pero los terapeutas lograron inculcarles el falso recuerdo de que de niños habían sido flacos. El objetivo de los terapeutas era valerse de falsos recuerdos para inspirar a esos pacientes obesos el deseo de volver a estar delgados, como supuestamente lo habían sido en el pasado. Los terapeutas comentaron incluso que podían «inculcarle a cualquiera con mucha facilidad recuerdos de experiencias que nunca ocurrieron», y que esto «pasa muchas veces en la terapia».

Muchos investigadores se han posicionado en los bandos opuestos del problema de los recuerdos falsos y se han considerado unos a otros oponentes malvados. Quienes dudan de la validez de los recuerdos recobrados dicen que no hay fundamento para la amnesia de traumas. Los que están convencidos de que el TEPT es real afirman que las experiencias penosas reprimidas tienen que ser recordadas completamente, que hay que encararlas y librarse de ellas.

La batalla se intensifica a una velocidad aún mayor a medida que las aseveraciones de la existencia de casos de amnesia de traumas empiezan a aparecer en procesos legales de los que la prensa informa con frecuencia de manera sensacionalista. A mediados de los años ochenta empezó a oírse hablar de adultos que en el curso de la psicoterapia recordaban incidentes de abusos, a menudo sexuales, durante la infancia, y que a continuación acusaban públicamente al que los había perpetrado, normalmente el padre, y en ocasiones se querellaban contra él por los perjuicios. Los padres de Jennifer Freyd, profesora de psicología que acusaba a su padre de abusos de ese tipo, fundaron en 1992 la Fundación del Síndrome del Recuerdo Falso para combatir lo que les parecía no eran más que calumnias originadas por unos terapeutas sin escrúpulos que manchaban la reputación de inocentes. Los convencidos de la existencia de la amnesia de traumas pensaban que esas campañas eran un intento por parte de los culpables de abusos de enterrar la verdad.

A pesar de su apasionamiento, ambos bandos están olvidando (¡!) de prisa que las pruebas científicas acerca de los recuerdos auténticos o falsos son, desgraciadamente, poco concluyentes. En 1995, la Asociación Psicológica Americana (APA) creó un comité especial para que revisase las investigaciones sobre la memoria y la represión. Su

conclusión fue que «a falta de otras pruebas corroboradoras, es imposible decir si un recuerdo es auténtico, auténtico en parte o falso, y por esta razón la ciencia no tiene forma de determinar la diferencia». El comité dictaminó que «recobrar recuerdos perdidos es rarísimo, pero puede pasar. La recomendación final es: prudencia y educación». Mientras no se hagan mejores investigaciones, la APA adopta la postura de que los tribunales no son el mejor lugar para resolver cuestiones relativas a los abusos infantiles que se basen en recuerdos de ese tipo.

Unas investigaciones diagnósticas menos sesgadas ayudarán a resolver esta cuestión candente. Puede que un descubrimiento reciente ofrezca un punto de partida: un equipo dirigido por Schacter ha mostrado con escáneres TEP que los patrones locales del flujo cerebral de sangre son diferentes para los recuerdos reales y los falsos. Con pies de plomo por la explosiva naturaleza del asunto, Schacter no perdió tiempo en señalar que a su equipo le preocupaba que los partidarios acérrimos de cada bando echasen prematuramente mano de sus hallazgos, aún en una fase muy inicial, e incitasen a la prensa a airear la posibilidad de un «detector de mentiras» biológico.

EL OLVIDO DE LA VEJEZ

Predisponer a la gente con sugerencias es útil en ciertos casos. A las personas mayores puede ayudarles a recuperar recuerdos reales. Así, muchos ancianos parecen incapaces de «dar pelos y señales» de una experiencia pasada. Pero a menudo la causa no es que el recuerdo se haya borrado, sino solo que la persona no puede poner en marcha el proceso de recuperación. Si a esa persona se le da algo por donde empezar - un hecho en torno al cual pueda organizarse-, juntará todas las piezas. Recordará la palabra, el nombre y la acción, y se sentirá muy aliviado. El envejecimiento es el factor más común de los que nos debilitan la memoria a todos, y sus efectos se están estudiando intensamente.

Hay un grave malentendido con respecto a los cambios cognoscitivos que se suponen acompañan a la vejez. Muchas personas, por ejemplo, confunden los cambios que afectan a la memoria con la grave dolencia clínica que es el mal de Alzheimer, una forma de demencia senil. Las estadísticas muestran que solo entre un 10% y un 15% de personas entre los sesenta y cinco y los cien años manifiestan síntomas de demencia senil clínicamente diagnosticada, pero espoleados -o quizá predispuestos- por la prensa popular, una gran mayoría de las personas mayores juraría que padece la enfermedad.

Es frecuente cierta pérdida de memoria a medida que se envejece, pero la demencia es algo muy distinto. En el envejecimiento normal puede que los individuos tengan un lapsus de memoria del tipo «lo tengo en la punta de la lengua» con palabras que no se han usado hace tiempo. Por eso la abuela, en uno de esos momentos en que «está mayor», confunde los nombres de sus nietos cuando los visita por primera vez después de meses sin haberlos visto. Con el Alzheimer, el individuo pierde los nombres de los objetos ordinarios con los que convive todos los días, como un vaso o el horno de la cocina.

La edad a la que una persona normal empieza a declinar considerablemente depende mucho de cada una, pero por lo general no ocurre mucho antes de los setenta años. Los investigadores no saben todavía de modo concluyente por qué casi todo el mundo experimenta cierta pérdida de memoria al envejecer. Puede que las neuronas se vuelvan menos eficaces por culpa del encogimiento, la muerte celular, la degeneración tras una vida de exposición a sustancias químicas relacionadas con el estrés como el cortisol o simplemente porque pierdan eficacia, como les pasa a las células musculares. Puede que haya también una disminución de los neurotransmisores (en especial de la

acetilcolina), los receptores de los neurotransmisores o de la dopamina que hace que los receptores sigan recibiendo.

No todas las funciones de la memoria quedan afectadas por igual. La memoria a largo plazo sufre poco; la memoria de trabajo, mucho más. Tiene también su interés que las mentes de las personas mayores trabajen perfectamente mientras no se las apriete demasiado. Un experimento mostró que los viejos hacían casi igual de bien que un adulto más joven los tests de memoria y cognoscitivos si se les daba tiempo abundante y unas condiciones confortables, pero cuando se les sometía a condiciones estresantes su rendimiento empeoraba mucho más acusadamente que el de los adultos más jóvenes.

Los efectos de la demencia clínica son sumamente distintos. La señal característica del Alzheimer es un declive súbito de la cognición (un descenso brusco de las puntuaciones en los tests de demencia de un año para otro), no el declive gradual del envejecimiento normal. Las consecuencias pueden ser severas, e incluyen el deterioro de la memoria, el lenguaje y las facultades perceptivas.

Para aclarar este punto, Robert Ornstein y Richard Thompson cuentan en su libro *El asombroso cerebro* una anécdota de Donald Hebb, pionero en el conocimiento de la plasticidad cerebral y de la memoria. A

los cuarenta y siete años publicó un artículo titulado «Sobre mis observaciones de cómo yo mismo me comporto como un viejo» acerca de los cambios de su memoria. En él relataba la primera vez que detectó señales de un lapsus de memoria. Una noche estaba leyendo un artículo de investigación cuando pasó hacia atrás una página para escribir a lápiz una anotación. Se quedó muy sorprendido al ver que la nota que quería escribir ya estaba ahí, de su puño y letra. ¡Había olvidado por completo que en cierto momento del pasado había leído ya el artículo! La experiencia supuso un terrible choque para él; decidió que refrenaría su atareada vida y dejaría de trabajar por las noches.

A medida que nos vamos haciendo mayores la mayoría tendemos a aceptar más y más responsabilidades, y pese a nuestros asombrosos cerebros tenemos límites físicos. Cuando Hebb experimentó su lapsus de memoria, estaba embarcado en exhaustivas investigaciones, daba clases, escribía, dirigía un laboratorio nuevo y presidía el departamento de psicología de la Universidad McGill. ¿Puede alguien dudar de que su capacidad memorística estaba siendo sometida a toda una prueba? Sin embargo, la mayoría de las personas corren demasiado a atribuir los cambios que sufre su memoria a un acceso inevitable de demencia.

Cuando William Hebb llegó a los setenta y cuatro años, percibió nuevos cambios en su cognición. Su visión era peor, su equilibrio menos estable y sus olvidos más frecuentes. Creía además que estaba perdiendo vocabulario y que tendía a repetir sus patrones de pensamiento. En otro artículo decía que todo eso era una «lenta e inevitable pérdida de capacidad cognoscitiva». A otros, sin embargo, esas «pérdidas» les parecían más bien imperceptibles. El director de la revista que publicó el artículo tuvo esta ocurrencia: «Si las facultades del doctor Hebb siguen deteriorándose como él indica, a finales de la próxima década puede que sea solo el doble de lúcido y elocuente que los demás».

Incluso los investigadores han entendido equivocadamente el envejecimiento al creer que los cambios en la memoria ligados a la edad se debían a una pérdida generalizada de neuronas corticales. Los recientes desarrollos de las técnicas de barrido cerebral refutan esa idea y muestran que la pérdida de neuronas por culpa de la edad es insignificante.

No obstante, se ha observado que hay partes del hipocampo que se atrofian con la edad, lo que guarda una fuerte correlación con problemas relativos a la memoria explícita (el recuerdo de hechos y números, rostros y cosas).

Una de las razones de esta atrofia puede ser que, si bien se pierden en total en el cerebro muy pocas neuronas, el prosencéfalo basal, que proporciona al hipocampo la acetilcolina, sufre especialmente en la vejez. Sin acetilcolina, la plasticidad sináptica del hipocampo se endurece, pero sobre esta conclusión hay bastante discrepancia.

Otro estudio mostró que tanto en los jóvenes como en los viejos se incrementa el flujo sanguíneo en el hipocampo cuando le recuerda una palabra que se ha estudiado recientemente, y en cambio se usa la corteza prefrontal al intentar recuperarla más tarde. Para una memoria eficiente, los lóbulos frontales deben trabajar tan bien como el hipocampo. Los lóbulos frontales padecen también mucho con la vejez. Entre los cambios que se experimentan en ellos se cuentan la atrofia neuronal y la reducción del flujo sanguíneo y del metabolismo de la glucosa. Como los lóbulos frontales son el centro de la función ejecutiva, que secuencia lógicamente la organización de la memoria, no es sorprendente que un funcionamiento deficiente de los lóbulos frontales acabe en la quiebra del orden temporal y de la capacidad de recordar. A los ancianos les suele costar más recordar el orden y la disposición temporal de las cosas sucedidas.

Puede también que la dopamina desempeñe un papel en la pérdida de plasticidad y por lo tanto de memoria. El debilitamiento de las conexiones sinápticas, denominada a veces depresión a largo plazo (en contraste con la potenciación a largo plazo), se produce cuando los receptores de las neuronas en cada extremo de las sinapsis empiezan a dejar de funcionar (a dejar de recibir mensajes). La presencia de la dopamina, que al parecer actúa como una recompensa química y una indicación a una neurona de que siga recibiendo, los mantiene abiertos y receptivos. Por tanto, un declive de la dopamina podría conducir a una degradación de las sinapsis y de la memoria.

A medida que envejecemos, nuestro conocimiento general del mundo y nuestra pericia verbal no cambian en absoluto, pero la velocidad a la que almacenamos nueva información disminuye, sobre todo pasados los sesenta y cinco años. Los recuerdos más afectados son los de las tareas que requieren la manipulación o la transformación de la información, y también los de aquellas que requieren el establecimiento de rutinas nuevas. R. C. Mohs, director de psicología de la Escuela de Medicina del Monte Sinaí de la ciudad de Nueva York e investigador desde hace mucho tiempo de cómo se puede intervenir para paliar las pérdidas de memoria de las personas mayores, nos recuerda que, aunque el ritmo al que guardamos información nueva disminuye con la edad, la información registrada deliberada y conscientemente se sigue pudiendo recobrar con seguridad. Y se pueden aprender buenos métodos de recuperación.

Por ejemplo, un estudio que Mohs llevó a cabo en 1993 con personas con edades entre los setenta y los setenta y nueve años descubrió que quienes tenían una educación más amplia tenían recuerdos más eficientes y experimentaban menos cambios en su memoria con el paso del tiempo. Los años de escolarización enseñan a la gente a aprender las mejores formas de codificar y recuperar recuerdos. Las personas que aprenden eficazmente, por ejemplo, tienden a buscar pautas, agrupan la información por categorías y se valen de una variedad de estrategias memorísticas mucho mayor. Mohs sugiere que ese ejercitar la mente mantiene la memoria fuerte porque refuerza las conexiones sinápticas del cerebro... como vimos en el capítulo 1 con las monjas de Mankato.

PALOMITAS DE MAÍZ

Muchísimas cosas afectan a la memoria, hasta las excéntricas y las maravillosas. Recuerde, por ejemplo, que la memoria implícita (las palomitas de maíz) actúa en el fondo. No llega fácilmente a estar a disposición (hambre) de nuestras mentes conscientes. Sin embargo, pueden afectarla (ahora) estímulos de los que ni siquiera somos conscientes. Por ejemplo, A. G. Greenwald y S. C. Drame, de la Universidad de Washington, demostraron recientemente por primera vez mediante métodos reproducibles- lo que hacía mucho venían creyendo los psicólogos: que los mensajes subliminales pueden influir, y de hecho influyen, en la conducta.

La atención de la nación se vio súbitamente subyugada por mensajes subliminales en 1957, cuando el bulo que propagó James Vicary y se creyeron los propietarios de un drive-in de Nueva Jersey (uno de esos cines en que se asistía a la proyección dentro del coche) llegó a oídos del público. Vicary les dijo a dichos propietarios que podía inducir a los espectadores a comprar más palomitas de maíz y más Coca-Cola haciendo que destellasen en la pantalla órdenes breves, como «Come palomitas de maíz» y «Bebe Coca-Cola», con extrema rapidez. Se empalmaban en las películas suficientes fotogramas con cada frase como para que las palabras quedasen grabadas en las áreas lingüísticas del cerebro, pero no permanecían en pantalla el tiempo suficiente como para que se registraran en la corteza visual, con lo que se las entendía, pero no conscientemente. Nadie comprobó los resultados, y cuando estalló el escándalo el experimento se detuvo.

Greenwald y sus colaboradores utilizaron métodos científicos fiables para mostrar que los mensajes subliminales influían de verdad. No obstante, mostraron también que esta influencia no dura más que una décima de segundo. Además, los «mensajes» que se pueden registrar e incorporar a la memoria implícita solo pueden ser extremadamente simples. Hasta un fragmento como «Come palomitas de maíz» es demasiado complejo para la mente subliminal.

Los investigadores pidieron a más de 300 individuos que identificasen cerca de 500 palabras como masculinas o femeninas, o como agradables o desagradables. Las palabras destellaban brevemente en un monitor de ordenador. Los individuos respondían presionando las teclas de un teclado. Justo antes de ver algunas de esas palabras, sin embargo, se los exponía también a una serie subliminal de letras que contenían una palabra incitadora, como *chica*. En algunas de las pruebas la palabra incitadora coincidía con la que a continuación se les mostraba conscientemente, pero en otras no. Para comprobar la habilidad del cerebro en captar el mensaje subliminal, Greenwald y sus colaboradores pidieron a los individuos que eligiesen cada vez más deprisa; las palabras a las que tenían que asignar género destellaban a intervalos de seis, cinco y cuatro décimas de segundo. Con esa presión del tiempo el porcentaje de errores crecía espectacularmente, y la palabra incitadora alteraba la pauta de los errores.

Los mensajes subliminales tienen un efecto porque predisponen al cerebro a perseguir un recuerdo. Es el mismo mecanismo que hacía que los pacientes de Elizabeth Loftus recordasen falsamente cosas de la niñez. Venga la incitación de las palabras «Come palomitas de maíz» o venga de la imagen de una bolsa de palomitas con mantequilla, se generará actividad en el área del cerebro donde se guarden representaciones afines. Esa área empezará entonces a mandar mensajes que exciten las funciones olfativa y gustativa del cerebro, que ponen en marcha la amígdala y el hipotálamo, que dicen: «Ve por unas palomitas de maíz. Venga. Hambre. Sobrevive».

6

EMOCIÓN

Jasmne era una bailarina de treinta años de edad que había llegado a ser bastante conocida en Estados Unidos y en Europa por sus funciones de danza moderna y jazz. Había estudiado exhaustivamente su cuerpo y estaba del todo sintonizada con él. Esto le ayudaba a controlar sus movimientos, pero también la llenaba de ansiedad, y reaccionaba exageradamente a la menor señal de cambio corporal. El resultante trastorno de pánico la persiguió durante años hasta que aprendió a contrarrestarlo con el yoga, la respiración profunda y el ejercicio vigoroso.

Jasmine se ha casado hace poco, y el cambio de vida, aunque gozoso, ha hecho que haya vuelto a padecer varios ataques de pánico. Se le tensaba el cuerpo. Sentía que perdía el control. Se disparaban las alarmas de su amígdala y empapaban todo su sistema emocional. Se le aceleraba el ritmo cardíaco. Entraba en un estado de sobresalto crónico, de miedo descontrolado. Los episodios recurrentes de sentimientos intensos que abrumaban a Jasmine pronto la condujeron a sentirse deprimida y paranoide; a veces hasta caía en un estado casi ilusorio. Se volvió desconfiada, y montaba en cólera por casi cualquier cosa cuando estaba en uno de esos «estados». No podía calmarse ella sola o considerar nada de una manera lógica.

Habiendo llegado a tener dificultades de esta magnitud, decidió aceptar mi sugerencia y probó con betabloqueadores, unos fármacos que, entre otras cosas, bloquean los receptores de la epinefrina en las fibras musculares sensibles al estiramiento, los cuales establecen la tensión muscular en reposo y la toma de adrenalina (la hormona de la alarma) en el cerebro. Tuvieron un profundo efecto calmante en su comportamiento.

¿Por qué el yoga, la respiración profunda y el ejercicio -actos puramente físicos- ayudaron a calmar la antigua ansiedad de Jasmine, una emoción? ¿Y cómo pudieron los betabloqueadores, que interfieren con la acción celular en los músculos y en el cerebro, liberarla del pánico que la apresaba? La respuesta es que sus emociones se debían en gran parte a su interpretación exagerada de las señales que le venían del cuerpo. El éxito de sus técnicas de control indica claramente que tanto el cerebro como el cuerpo contribuyen a las emociones y lo hacen de una manera compleja, interdependiente.

Unas investigaciones apasionantes han puesto recientemente en entredicho varios antiguos supuestos sobre la emoción. Durante años, los psicólogos han mantenido que las emociones son actividades puramente mentales, algunas de las cuales, como el miedo, inducen una respuesta física del cuerpo. Pero aunque hay unas pocas emociones, el altruismo por ejemplo, dominadas por procesos mentales, las demás se deben igualmente al cuerpo.

Al público -en manos de ciertos científicos, médicos y movimientos populares dentro del ámbito de la psicología- se le ha escapado durante mucho tiempo que las emociones manan de la actuación conjunta del cerebro y del cuerpo. El papel del cuerpo en la emoción no se ha tenido en cuenta, especialmente desde la revolución psicofarmacológica, con el Thorazine, el Prozac, el Valium y el litio. Pero ahora estamos volviendo a contar con él en el análisis de las emociones.

Otra idea destacada que se ha mantenido históricamente es la que defiende que todas las emociones están localizadas en un solo sistema del cerebro, al que suele denominarse sistema límbico. Sin embargo, estamos aprendiendo que las emociones son el resultado de múltiples sistemas cerebrales y corporales que están repartidos por toda la persona. No podemos separar las emociones de la cognición o la cognición del cuerpo.

Como seres humanos siempre hemos sentido la necesidad de dividir y conquistar, separar dos reinos, un cielo y un infierno, pero separar el cerebro y el cuerpo empieza a ser considerado como algo ridículo.

La nueva concepción muestra que las emociones no son la función cerebral oportunamente aislada que pensábamos: son embarulladas, complicadas, primitivas e indefinidas porque están en todas partes, entremezcladas con la cognición y la fisiología. Pese a esa complejidad distribuida, las ciencias empiezan a ser capaces de fijarse en una ruta emocional y luego en otra, y de entender cómo esos pedazos de cerebro interaccionan. La esperanza es valerse de esta información para aprender cómo ayudar mejor a quienes tienen problemas emocionales y para que todos aprendamos a vernoslas con nuestras emociones diarias.

¿EL CEREBRO O EL CUERPO?

Históricamente, preguntas del estilo de «¿Cómo funcionan las emociones?» y «¿Cuál es el papel de las emociones en la vida de las personas?» se han respondido filosóficamente. El estudio moderno de la emoción empezó cuando William James describió la ruta interna entre un estímulo que provoca una emoción y una reacción emocional. La sabiduría tradicional afirma que los seres humanos evalúan cognoscitivamente una situación, lo que crea una emoción, que dirige entonces una reacción expresada por el cuerpo. Perdemos nuestra fortuna, nos apenamos y lloramos; nos topamos con un oso, nos asustamos y corremos; nos insulta un rival, nos enfurecemos y agredimos. James, no obstante, mantenía que la evaluación cognoscitiva solo podía producirse después de que los cambios fisiológicos de nuestros cuerpos nos señalasen la naturaleza de nuestras emociones; nos sentimos apenados porque lloramos, furiosos porque agredimos y nos asustamos porque corremos.

La teoría de James-Lange, como se la llamó, ha sido refutada por muchas razones diferentes al poseer los científicos más conocimientos sobre el sistema nervioso y el cerebro. Sin embargo, a James hay que reconocerle el mérito de haber puesto sobre la mesa la importancia de la experiencia física de las emociones. En la primera mitad del siglo XX, los investigadores Walter Canon y Phillip Bard, también de Harvard, sostuvieron que hay solo estados generales de excitación y que esos estados están sujetos a la evaluación cognoscitiva y luego se les asigna una emoción. En algunos casos, los cambios fisiológicos, los cosquilleos en el estómago, por ejemplo, o un corazón al galope son los determinantes de la emoción; cuando vemos un oso corremos antes siquiera de que nos demos cuenta de que estamos asustados. En otras situaciones, no solo tenemos tiempo para pensar antes de que se produzcan los cambios fisiológicos: a veces tenemos tiempo hasta para actuar; como tememos que si nos internamos en el bosque nos salga al paso un oso, no nos desviamos del camino marcado. Según la teoría de Cannon-Bard de las emociones, la información acerca de un estímulo emocional entra en el cerebro por el tálamo, y desde allí sigue dos rutas: hacia la corteza cerebral, donde se hace la evaluación cognoscitiva, o hacia la amígdala y el hipotálamo, que dirigen las reacciones corporales.

Stanley Schacter y Jerome Singer trasladaron en los años sesenta el debate a otro nivel. Estaban de acuerdo con la teoría de la excitación, pero pensaban que la percepción por el cerebro de esa excitación interaccionaba con la realidad del entorno social para crear las emociones. Realizaron investigaciones en las que se inyectaba adrenalina a los individuos sometidos a examen. Estos pasaban entonces un tiempo en una habitación con un ayudante de laboratorio que se hacía pasar por otro de los participantes en el experimento, que se sentía feliz o enfadado. Los participantes auténticos contaron que se

sentían felices o enfadados según cuál fuera el ambiente creado por el ayudante de laboratorio con quien les hubiesen puesto. La teoría Schacter-Singer de la emoción indica que cuando un cerebro recibe una retroalimentación que le informa de que el cuerpo está excitado fisiológicamente, se fija en el mundo para evaluarlo y decidir de qué emoción se trata.

Mientras, el debate avanzó también acerca de cómo actúan las emociones dentro del cerebro. ¿Genera la emoción un centro en el cerebro o es el resultado de las interacciones de las diferentes partes de un «sistema» de las emociones que crea una alegría embriagadora o un miedo que paraliza? Cannon y Bard pensaban que el tálamo era un centro emocional. En 1937, Heinrich Kluver y Paul Bucy llevaron a cabo algunas investigaciones interesantes que señalaban que la amígdala era un centro emocional. El mérito de haber indicado que hay un sistema de las emociones recae en James Papez, quien propuso en 1937 que el tálamo divide la información en dos «corrientes», una que proporciona una evaluación cognoscitiva y otra que crea la excitación fisiológica y la reacción física a un estímulo. En la década de los cincuenta Paul McLean, del estadounidense Instituto Nacional de la Salud Mental, denominó a ese cerebro visceral sistema límbico, y se sigue admitiendo por lo general que es la red que capta y genera las emociones en el cerebro.

Incluso aunque haya diferentes estructuras cerebrales que desempeñan papeles en las emociones, destacan algunas. Andrew Young y sus compañeros de Cambridge, Inglaterra, han tenido hace poco la oportunidad de trabajar con una paciente que tenía un raro trastorno que obligó a extirparle la amígdala en los dos hemisferios. Esto no la perjudicó cognoscitivamente en absoluto, pero le quedaron ciertas deficiencias en el reconocimiento de emociones de todo tipo y dejó por completo de reconocer las emociones de miedo y enfado en las voces de las personas. Entiende qué son el miedo y el enfado y cuándo y cómo podrían ser expresados, pero no puede captarlos tal y como se manifiestan en la vida real. Imagínese cómo sería su vida si no pudiese entender que alguien está enfadado con usted o que usted está enfadado con él. Imagínese el peligro si no pudiese entender la urgencia de una orden del estilo de «¡Cuidado con el autobús!».

Los debates acerca de la contraposición de cerebro y cuerpo, y de centros y sistemas siguen con nosotros. Joseph LeDoux, de la Universidad de Nueva York, combina los paradigmas de centros y de sistemas; parte de que hay diferentes rutas para las distintas emociones, más que una sola región o un solo sistema que están detrás de todo. No todos los investigadores actuales están de acuerdo en qué sentimientos concretos componen la paleta emocional humana. La mayoría acepta, en cambio, que hay cuatro emociones básicas -miedo, ira, tristeza y alegría-, y que las demás emociones se crean por medio de combinaciones de esas cuatro, tal y como los colores están formados por combinaciones de los tres colores primarios. Por ejemplo, la preocupación, la ansiedad y el estrés derivan sobre todo del miedo, y no tienen mucho de ira o de tristeza. No obstante, algunos investigadores sostienen que la sorpresa, el disgusto y la culpa son emociones sin más componentes que sí mismas. Las investigaciones con pacientes que se han sometido a cirugía cerebral han mostrado también que las emociones son mucho más sutiles y complejas de lo que podemos percibir. Los pacientes cuentan que la estimulación de ciertas áreas cerebrales crea sentimientos complicados que a menudo llevan implícita la presencia y reacción de otras personas; pueden, por ejemplo, sentirse como si estuviesen en una fiesta y hubiesen dado un paso falso en lo social. Estos tipos de emociones revelan la importancia del medio social para nuestro funcionamiento psicológico.

Las emociones no son tan nítidas como nos gustaría pensar, ni mucho menos. Hay además diferencias individuales en cómo experimentan las personas las emociones y por

lo tanto el estado de ánimo. A lo largo de las épocas la gente ha encontrado diferentes emociones y diferentes niveles de emoción más o menos adaptativos. Los temperamentos innatos propensos a estas emociones quedan determinados genéticamente y están sujetos al éxito o al fracaso en la supervivencia del más apto.

Una interesante nueva teoría, concebida por Edward y Carol Diener, de la Universidad de Illinois, en Urbana, incluye la idea de «punto fijo». Según esta, las personas tienen de nacimiento un punto fijo del temperamento, similar al punto fijo del peso. El punto fijo es el nivel básico de felicidad o tristeza, que está sujeto a las subidas y bajadas de la vida pero que inevitablemente vuelve a algún tipo de línea base, incluso en quienes experimentan cambios dramáticos en las circunstancias de su vida. Investigaciones realizadas con ganadores de la lotería y con víctimas de lesiones de la médula espinal han revelado que, pese a acontecimientos como esos, que cambian una vida, el estado de ánimo de esas personas volvía a su punto fijo, a menudo en unos meses. Christopher Reeve, que se quedó parálítico de cuello para abajo por una caída de caballo, está siendo en su nueva vida un destacado promotor de las investigaciones encaminadas a curar las lesiones de la médula espinal con un entusiasmo tan increíble como el que antes tenía como afamado actor.

EL PAPEL CRUCIAL DEL MOVIMIENTO

La palabra emoción procede en última instancia de la palabra latina moveré, mover. Debe recordarse que la emoción es un movimiento hacia fuera, una forma de comunicar nuestros estados internos y nuestras necesidades más importantes.

Los mecanismos del cerebro que han evolucionado para manifestar las emociones son los mismos que utiliza para todas las señales sensoriales y motrices que recibe. La diferencia está en el estado intermedio de procesamiento de la información. La señal que recibimos del rostro de una persona que nos servirá para identificarla se canaliza por diferentes rutas a partir de la información acerca de la expresión emocional del rostro de esa persona. La información emocional va directamente a la amígdala y a la ínsula, que manda a continuación instrucciones a nuestros sistemas motores del cerebro para que actúen. La información, pues, se escinde, y podemos identificar una cara, no tener una confirmación emocional sobre ella y decir que esa persona es una impostora, como pasa con el síndrome de Capgras.

Es probable que los sistemas motrices y emocionales evolucionaran a la vez en los primates. Geográficamente, están justo uno al lado del otro y entrelazados, y las posturas del cuerpo entero que señalan agresión o apareamiento en los invertebrados evolucionaron hasta convertirse en pautas de comportamiento y expresiones faciales en los mamíferos y en los primates. El sistema límbico comprende la amígdala, el hipocampo, el tálamo medio, el nucleus accumbens y el prosencéfalo basal; todas estas partes se conectan con el giro cingulado, anterior, que es la puerta de entrada principal a la corteza frontal. Este sistema es el punto de lanzamiento de las emociones y el conector emocional con la corteza prefrontal cognoscitiva. Sin embargo, dicho sistema envuelve al motriz.

La emociones se ejecutaban físicamente en el cuerpo por medio de la actividad motriz interna, como por ejemplo los latidos más rápidos del corazón, y externamente por medio de movimientos como una sonrisa, fruncir el ceño o cambiar la postura corporal, tanto si estamos saltando de alegría como si nos sentimos hundidos en la tristeza: todo el comportamiento exterior resultante de las emociones se compone de movimientos.

Las expresiones corporales, especialmente del rostro, son los primeros medios de comunicación emocional entre un niño y su madre. Los movimientos que expresan (un

beso o un cachete) dotan también de un significado emocional a las palabras. Algunas emociones se expresan más corporal que verbalmente: se le puede decir a alguien que se está enfadado, como señalaba Darwin, con «mantener tieso el cuerpo». Las relaciones sociales dependen en gran medida de un lenguaje corporal apropiado.

Darwin creía que los movimientos musculares de las expresiones faciales eran unas pautas de comportamiento heredadas. De las expresiones faciales de las emociones y de otras conductas, como llorar y reír, se encargan otros circuitos neuronales del cerebro. Estas reacciones están integradas en el cerebro. Están presentes ya al nacer o aparecen poco después sin adiestramiento alguno.

Desde una perspectiva evolucionista, las emociones son el resultado de comportamientos que se han repetido una y otra vez a lo largo de las generaciones, como escapar del peligro, encontrar comida y aparearse. Movimientos primitivos, como la piel de gallina, gruñir, que se erice el cabello, el pavoneo de las aves, morder están íntimamente conectados con las emociones.

Una buena ilustración es la emoción del miedo y los movimientos que intervienen en la reacción de huir o luchar. Durante las situaciones amenazadoras se activan muchas rutas paralelas que interaccionan entre sí y afectan a la actividad neuronal, química y hormonal. El sistema nervioso autónomo crea movimientos viscerales internos, mientras que las rutas motrices voluntarias nos orientan y empiezan a activarse para los movimientos externos de luchar o huir.

La corteza superior y las estructuras límbicas inferiores están en comunicación continua entre sí. Hay muchas más conexiones que salen del pequeño centro emocional límbico y entran en los grandes centros lógicos y racionales corticales que a la inversa; puede que esa sea la razón de que las emociones dominen más en la determinación del comportamiento y de que a veces reaccionemos o hablemos antes de haber pensado. La activación, sea por el miedo o la excitación, causa un brote de actividad que mana hacia la corteza motriz y pone en marcha y guía una reacción con movimientos. Al mismo tiempo, hay mensajes procedentes del área límbica excitada que se dirigen a otras áreas de la corteza para evaluar los datos que llegan. Una vez se toma una decisión, desde la corteza se indica a la amígdala que actúe, que se calme o que no es aconsejable actuar. Por ejemplo, el cerebro reacciona al tableteo de una persiana preparándose para ahuyentar a los ladrones, hasta que la corteza frontal intercede y tiene en cuenta el viento, en contra de la posibilidad de los ladrones. La amígdala se calma y se echan los frenos.

El hipotálamo activa la amígdala, el cíngulo anterior y el tronco cerebral. La estimulación de la amígdala produce ira, rabia o una conducta amenazadora. La amígdala usa categorizaciones generales primitivas de la limitada información sensorial que recibe a fin de activar una reacción motriz agresiva o defensiva inmediata. Ciertas características clave de objetos, personas o situaciones bastan para producir una reacción. Una figura en sombras, de noche, quieta en la acera junto a un edificio, produce una reacción inmediata mientras andamos por la calle.

La amígdala, a su vez, activa el cíngulo anterior y el hipotálamo, y este entonces enciende los sistemas nervioso autónomo, motriz y endocrino, que hacen que los órganos del cuerpo se ajusten a las exigencias de la situación. Se produce un aumento del ritmo cardíaco y unas contracciones del músculo cardíaco más fuertes, se cierran más los vasos sanguíneos y aumenta la presión de la sangre, se abren las vías de aire en los pulmones, disminuye el movimiento de los órganos digestivos y aumenta el flujo sanguíneo hacia los músculos esqueléticos. Mientras, los neurotransmisores químicos envían mensajes por todo el cuerpo y activan hormonas que influyen significativamente en las reacciones del sistema nervioso y en los sistemas orgánicos del cuerpo entero.

El individuo reconoce como miedo las reacciones fisiológicas de la respuesta de luchar o huir. Esta reacción emocional primitiva, integrada en el cerebro, nos prepara para los extenuantes esfuerzos motores requeridos para luchar o correr. Proporciona también una prueba clara del nexo íntimo entre la emoción y el movimiento.

DONDE YACEN LAS EMOCIONES

Las emociones básicas, como la felicidad o la tristeza, son funciones separadas, y representan pautas de actividad opuestas en los hemisferios cerebrales. Una actividad mayor en el lado derecho del cerebro suele señalar depresión, mientras que la actividad del lado izquierdo indica a menudo felicidad, euforia y hasta una fase maníaca. Richard Davidson, de la Universidad de Wisconsin, ha realizado estudios que indican que es más positivo el estado de ánimo de quienes tienen más actividad general en el hemisferio izquierdo y más negativo el de quienes tienen más actividad en el derecho. Es remarcable que la investigación haya revelado también que los niños nacen con una predisposición innata a que sea más activa la mitad derecha o la izquierda del cerebro.

Puede que los procesos neuronales que están detrás de la «preocupación» residan en el hemisferio derecho. Unos investigadores de la Universidad Johns Hopkins estuvieron observando los cerebros de unos individuos con escáneres TEP que escuchaban cintas en las que ellos mismos hablaban de crisis familiares, estrés debido al trabajo, problemas económicos y otras inquietudes. Había considerablemente más actividad en el lóbulo frontal derecho, una estructura básica para la planificación y la toma de decisiones. Por el contrario, cuando escuchaban cintas en las que ellos mismos describían sucesos cotidianos sin trascendencia la activación del lóbulo frontal derecho disminuía notablemente.

Los científicos no están totalmente de acuerdo en cómo interaccionan los hemisferios cerebrales para crear el sentimiento y la función de las emociones. En 1996 M. K. Mandal, de la Universidad Hindú de Benarés, observó que los pacientes con el hemisferio derecho del cerebro dañado eran claramente menos precisos identificando la expresión emocional en una fotografía que quienes padecían lesiones en el hemisferio izquierdo o que otros pacientes en general. Otros estudios muestran que el hemisferio derecho tiene más que ver que el izquierdo con el procesamiento final de las emociones una vez han ascendido por toda la ruta emocional desde el sistema límbico hasta la corteza prefrontal. Si es así, puede que el hemisferio derecho desempeñe un papel destacado en la captación y producción de emociones, del mismo modo que al hemisferio derecho le corresponde el papel primario en el lenguaje.

Tanto el lóbulo frontal derecho como el izquierdo son muy importantes para la regulación de las emociones, necesaria para tomar decisiones en el campo social y en el personal. Puede que esta área conecte el sistema límbico y la corteza motriz, y establezca el nexo entre las áreas que planifican y las que ejecutan las acciones. Puede incluso que haya una vía «superior» entre el sistema límbico y la corteza, la cual pase por el giro cingulado y se encargue del placer y de la sociabilidad, y una «inferior», con la amígdala y la corteza medioventral prefrontal, que se ocupe de la autoconservación.

Los estudios de pacientes concretos apoyan este modelo. Una vez, uno de Antonio Damasio que había sufrido una lesión en la corteza medioventral prefrontal fue en coche a su consulta, una mañana de invierno en la que el hielo hacía que conducir fuera peligrosísimo. Le dijo a Damasio, como quien no quiere la cosa, que unos cuantos habían tenido un accidente delante de él porque habían reaccionado bruscamente a un derrape, como es habitual. Al contrario que ellos, él no frenó cuando pasó por el enorme trozo de hielo, sino que fue corrigiendo el derrape con suavidad. Su reacción amortiguada a la

información emocional le salvó; permitió a su discernimiento cognoscitivo dirigir «fríamente» sus acciones.

Tuve una vez un paciente que se encargaba del club de blackjack de una universidad. Me contó que los mejores jugadores que mandaban a los casinos a aplicar su sistema para contar las cartas y calibrar las apuestas eran los que podían estar sentados allí toda la noche y seguir lo planeado sin sentirse tentados a subir las apuestas prematuramente. Por lo general, eran quienes hacían que todos los demás acabasen por aburrirse. Por ejemplo, cuando el mejor jugador le preguntaron si iría al casino en moto o en coche, se explayó interminablemente sobre las virtudes de cada opción y acabó agotando a toda la concurrencia. El comportamiento de estas personas se caracteriza por no poder decidir qué será bueno para ellos mismos en el futuro. Pueden pasar lista a las opciones, pero no tomar una decisión. Pueden seguir un sistema lógico perfectamente y ganar, por tanto, al blackjack, pero es como si les diese todo más o menos lo mismo porque tienen pocos sentimientos que los guíen. Cansan y enfadan a los demás hablando sin parar. Actúan como pacientes con los lóbulos frontales dañados.

El caso de Phineas Gage, que ocurrió en 1848, es famoso en los anales de la psiquiatría porque demostró el papel crucial que los lóbulos frontales desempeñan en las emociones. Gage era un capataz de los ferrocarriles que sobrevivió a un accidente en el que una barra de hierro de casi un metro de longitud y de tres centímetros de diámetro se introdujo en su cráneo. Volvió a trabajar, pero su temperamento había cambiado hasta tal punto que perdió su trabajo. Antes se le consideraba una persona muy responsable y comedida, pero tras el accidente no era extraño que se le comparase a un animal salvaje carente de sentido moral. Maldecía delante de las mujeres -algo insospechado en aquellos días- y se peleaba irresponsablemente.

Gage decía a menudo que había perdido la capacidad de sentir emociones. La pérdida de los sentimientos puede que fuese responsable de su reprochable conducta, porque sin emociones los juicios morales y la socialización se vuelven difíciles, si no imposibles. Hanna Damasio y Thomas Grabowski analizaron las fotos del cráneo de Gage y reprodujeron con técnicas informáticas una imagen tridimensional de su cerebro. Hallaron que las áreas que la barra de hierro debía de haber herido eran la corteza prefrontal izquierda anterior y la corteza prefrontal medioventral, que son cruciales para la toma de decisiones.

De qué manera actúan las emociones -y cómo podemos apañárnoslas para controlarlas o ayudar a otros a controlarlas- quedará más claro con un análisis más detenido de las cuatro emociones primarias: el miedo, la ira, la tristeza y la alegría.

EL MIEDO

El miedo es una emoción universal que abarca desde la decisión de luchar o huir hasta el insidioso aumento del estrés. Nos puede «dejar helados», lo que no será una señal de indecisión ante el miedo: esa reacción procede más bien de una destreza ancestral que se empleaba para responder ante un enemigo furtivo o un predador. Un estímulo que genere miedo ceba al cuerpo con adrenalina y desencadena la reacción física más rápida posible. Cuando en el cerebro se desencadena el miedo, el sistema autónomo y las hormonas del estrés se activan. La amígdala recibe inmediatamente señales del tálamo, hace que se produzca un estado interno de alerta y pone en marcha el sistema de reacción. Este esquiva la corteza y no tiene en cuenta para nada el contexto: reacciona, y ya está. En realidad, el estímulo que causa el miedo y la respuesta programada que se le da están grabados indeleblemente en la amígdala, pues su misión

es alertar al animal de que se están produciendo situaciones peligrosas, nuevas e interesantes, y dirigir su reacción.

Las reacciones físicas y mentales al miedo eran tan importantes para la supervivencia del hombre primitivo que hoy siguen siendo muy poderosas y duraderas. Por desgracia, esa respuesta adaptativa no es siempre la apropiada en el mundo actual. La evolución de nuestra civilización la ha apartado de la necesidad de reaccionar exageradamente, pero seguimos haciéndolo. Reaccionar con desmedida de forma regular a los problemas de poca monta de la vida puede hacer que suba la presión sanguínea, que se sufran enfermedades cardíacas, que se tengan migrañas y que salgan úlceras. (Como nos informa el título del libro de Robert Sapolsky, las cebras no tienen úlceras.) El pánico y las fobias son manifestaciones también de un funcionamiento defectuoso del sistema nervioso. En cuanto aprendemos a tener miedo de algo, se nos programa el cerebro para recordar ese estímulo de la misma manera, y cuesta librarnos de nuestros miedos condicionados.

La reacción de sobresalto es un buen ejemplo de un mecanismo adaptativo del miedo que a veces se descontrola. Un ruido fuerte, repentino, provocará en casi todo el mundo un sobresalto. Como este tipo de ruido se asocia a menudo al peligro, hay que ponerse de inmediato en estado de alerta y hacer que se segregue la adrenalina. Sin embargo, si un estímulo como un ruido fuerte se asocia repetidas veces con una situación peligrosa, habrá quienes desarrollen una reacción de sobresalto demasiado activa. Es frecuente en el síndrome de estrés postraumático. Quienes lo padecen -veteranos de guerra o víctimas de abusos- se sobresaltan con facilidad y asiduamente. Sufren dolencias físicas con más frecuencia que el común de la población, y entre ellos la incidencia del cáncer es mayor; se asocia a una respuesta inmunitaria debilitada y a unos niveles altos de cortisol. Muchos de los síntomas físicos y psicológicos vinculados a ese trastorno se pueden ligar al frecuente, a veces constante, estado de sobresalto y de alerta excesiva que aflige a estas personas.

Jackie, víctima de abusos en la primera infancia, tenía miedo de todo, lo mismo a las nuevas situaciones que a su propia sombra. No era agorafóbica (temerosa de salir al mundo), pero de todas formas se quedaba en casa. Siempre reaccionaba con exageración a las situaciones nuevas; para ella apenas si eran otra cosa que amenazas, siempre traían consigo la posibilidad de que le hiciesen daño de nuevo.

El ejemplo más conmovedor del trastorno es el de las mujeres que han sido violadas y son incapaces de volver a disfrutar del sexo. Estas mujeres están a menudo programadas indeleblemente para estar vigilantes y temerosas. Puede que, de forma consciente, quieran mantener relaciones sexuales con su pareja, pero se encuentran con una resistencia interior para cumplir con su propósito. Está claro que esto puede causar verdaderos problemas en la relación humana que más valora.

La amígdala es el área del cerebro que más interviene en el miedo. Los estímulos tienen una ruta que les lleva directamente, a través del filtro sensorial del tálamo, a la amígdala, que puede entonces movilizar el cuerpo por medio de sus conexiones cerebrales. Si usted ve una serpiente, o algo que parezca una serpiente, en un rincón de un garaje sombrío, la amígdala se dispara inmediatamente y usted reacciona antes de que la cognición haya actuado sobre la imagen. La imagen hace que el nervio óptico mande una señal al cerebro. De camino a la corteza la señal toma una ruta más breve hacia la amígdala, que grita entonces «¡Emergencia!» al resto del cuerpo y desencadena una cascada de reacciones: el ritmo cardíaco sube por las nubes, la presión sanguínea aumenta y los sentidos se agudizan mientras el cuerpo se prepara para emprender una acción.

Con tiempo o experiencia suficientes, la razón puede detener la acción. El miedo tiene otra ruta, más lenta: la información tocante a un estímulo amedrentador pasa del tálamo a la corteza frontal y luego a la amígdala. Esto ocurre cuando usted se da cuenta de que la «serpiente» es en realidad un viejo muelle enrollado de la puerta del garaje. La respuesta a la segunda ruta se impone a la indicación de la primera. Ahora todos los sistemas dan marcha atrás. La presión sanguínea baja y el ritmo cardíaco vuelve a ser normal. El cerebro superior inhibe al inferior, a la amígdala y al resto del sistema límbico. Usted empieza entonces a «pensar» en lo que acaba de suceder, en vez de reaccionar sin más.

A estas dos rutas puede considerárselas como el camino bajo y el camino alto de las respuestas de miedo ante el peligro. La vía que recorre sin rodeos las prolongaciones del tálamo hacia la amígdala (el camino bajo) es rudimentaria, pero rápida. La ruta que pasa por la corteza (el camino alto) proporciona una evaluación más precisa y cabe esperar que conduzca a una respuesta más controlada, pero requiere más tiempo.

Las reacciones de miedo ante estímulos súbitos que pueden poner en peligro la vida -un ruido explosivo, el ataque de un animal- son automáticas en casi todas las personas, pero muchas otras reacciones de miedo deben aprenderse. La mayoría nos asombramos, por ejemplo, de que parezca que los niños no tienen miedo a las alturas. Tenemos también que enseñarles a mirar a un lado y al otro antes de cruzar la calle, por temor a que un coche pueda atropellarlos. Nuevos estudios con IRM han hallado además que los cerebros de los adolescentes pueden no tener completamente desarrolladas las rutas razonadoras necesarias para calibrar el miedo como es debido; puede que tenga que ver con las dificultades que los adolescentes padecen con sus emociones. La neuropsicóloga Deborah Yurgelun-Todd, del hospital McLean, presentó en rápida sucesión cuarenta rostros con expresiones de miedo a dieciséis adolescentes, cuyas edades oscilaban entre los once y los diecisiete años. Los más jóvenes reaccionaban con una activación mayor de la amígdala y solo con una actividad moderada en el lóbulo frontal. Los mayores, en cambio, presentaban una activación mayor en el lóbulo frontal. En pruebas anteriores los adultos mostraron una actividad mayor en el lóbulo frontal y menor en la amígdala que los adolescentes. Aparentemente, hay un desplazamiento gradual del procesamiento emocional y cognoscitivo de lo instintivo a lo cognoscitivo a medida que el cerebro adolescente aprende y crece. Ese incremento de la sabiduría o de la activación de la corteza frontal puede ayudarlos a permanecer tranquilos en situaciones de estrés, pero también puede hacer que aprendan de sus padres o amigos miedos que no tenían, o que no tendrían por qué tener, un miedo, por ejemplo, indebido a las alturas o a ciertas situaciones sociales.

Como ilustra el ejemplo de la serpiente, en el miedo intervienen circunstancias contextuales: los otros estímulos que están presentes. El rincón de un garaje está oscuro, frío y sucio; eso hace que sea un lugar donde es mucho más probable que pueda encontrarse una serpiente que en la esquina del cuarto de estar. El contexto es una colección de muchos estímulos y depende del recuerdo fiel de determinadas situaciones. El hipocampo es el área cerebral responsable de evaluar esta función. Recibe la información procesada de la corteza que ya está asociada con el contexto de la situación y el estímulo amedrentador, y así pone en perspectiva el conjunto de la situación.

El condicionamiento contextual puede emplearse a la inversa para tratar los trastornos de pánico y fobias como el miedo a las serpientes, los perros y las alturas. La técnica, llamada de «inundación», consiste en un proceso por el cual se experimenta más y más el estímulo temido a fin de que el paciente aprenda que las serpientes, los perros o las alturas no siempre son peligrosos. Se le pide primero que visualice el aspecto menos temible de la experiencia -el interesante dibujo de la piel de la serpiente, lo listo que es el

perro, la gran vista desde el puente- y luego que practique la relajación o la meditación, que gradualmente disminuyen el ansioso disparar de las neuronas cerebrales y relajan los músculos tensos del estómago y las piernas; se alivia así la señal de miedo que procede del cuerpo. Obsérvese que hay que tratar tanto los síntomas del cerebro como los del cuerpo, lo que refrenda de nuevo la teoría de que las emociones se basan en varios sistemas repartidos por el cuerpo. Al final, el paciente llega a experimentar de verdad el estímulo temido: coge una serpiente, acaricia un perro, se asoma a un puente.

Hans Sieburg, psiquiatra de la Universidad de California en San Diego, ha concebido un tratamiento de la acrofobia por medio de la realidad virtual; lo llama City Project. Los pacientes llevan unas gafas de alta tecnología que ofrecen una imagen realista, tridimensional que les hace sentir que están en lo más alto de un rascacielos; mientras las llevan puestas se los calma con música y palabras tranquilizadoras. Con la práctica, tras repetidas sesiones, comprenden que no se van a caer. Deja de temblarles el cuerpo a la vista del suelo allá abajo. La sensación de desequilibrio remite. Aprenden con sus cuerpos que no se van a caer y vencen así su miedo irracional. Preparan a su corteza para que calibre de nuevo la situación y reaccione deprisa inhibiendo la amígdala.

El proceso de inundación es un adiestramiento cognoscitivo directo de la conducta; reordena los circuitos cerebrales, reduce todas las conexiones cerebrales que hacía tanto tiempo defendían la tesis de que altura y caída son lo mismo al tiempo que refuerza los circuitos que transmiten que se está seguro. Gracias a la reordenación progresiva de las conexiones, el paciente va centrándose en que no va a caerse del edificio. Separar de esa forma los caminos bajo (corporal) y alto (cognoscitivo) parece ser la clave para el éxito del tratamiento.

Los parientes pobres del miedo son la preocupación y la ansiedad. La preocupación crónica puede ser una emoción incómoda. Una parte considerable de la población padece trastornos de ansiedad, que reflejan algunas de las inquietudes más humanas, de la posición social a la aceptación por Dios. Las investigaciones recientes van revelándonos de qué manera actúa la ansiedad en el cerebro. Dennis Murphy, investigador del Instituto Nacional de la Salud Mental, de Estados Unidos, y sus colaboradores han identificado un «gen de la ansiedad». En un estudio de 500 personas han hallado una diferencia en un gen que afecta al nivel de serotonina del cerebro. La serotonina es el freno y el policía del cerebro; impide que este se des controle a causa del miedo o la preocupación. Tiene un efecto calmante que nos ayuda a asegurarnos de que vamos a sobrevivir y levanta el ánimo y la autoestima. El 30% de los individuos, quienes tenían la forma larga del gen, que genera más serotonina en el cerebro, tenían niveles inferiores de ansiedad, mientras que el 70%, que tenían la forma corta, padecían niveles superiores. El hecho de que la mayoría de los individuos sea más ansiosa puede significar que se sienten más incómodos cotidianamente, pero también que están más preparados para reaccionar al entorno. Un poco de sana ansiedad proporciona una mayor capacidad de sobrevivir en nuestro mundo, siempre cambiante.

LA IRA

La segunda emoción universal es la ira. Todos experimentamos la ira en un momento u otro, y es fácil reconocerla en la cara de los demás. Aprender a controlarla es un paso natural e importante en el desarrollo de los niños pequeños, y sin embargo una de cada cinco personas experimenta accesos de ira que dirá que no puede controlar.

La agresividad es una parte importante del mundo natural. El combate violento entre los machos antes del apareamiento perpetúa la regla de la supervivencia del más adaptado y asegura el vigor del acervo genético. También las madres se enzarzan en

peleas para proteger a sus crías de los depredadores. La ira humana guarda una relación estrecha con la feroz defensa del territorio, de la posibilidad de aparearse y de la propia supervivencia que exhiben muchos animales. La ira ha evolucionado como un grupo singular de sentimientos y conductas que tienen su propio valor en los cambiantes comportamientos de la gente.

Como en cualquier análisis evolucionista, hay que tener en cuenta los costos y beneficios de una conducta. Es importante que todos los animales sociales puedan controlar su ira y su agresividad. Mientras que puede que tenga sus ventajas vencer a otros miembros de la especie, no serviría de mucho matarlos o herirlos indiscriminadamente. El sociópata es un caso de rotura de ese freno de la agresividad. En las situaciones cotidianas, la ira hacia los demás puede costar cara porque socava futuras interacciones positivas. Los beneficios de cambiar la conducta de alguno en provecho propio pueden ser enormes, en cambio. Debemos movernos en el justo medio para obtener un beneficio decente sin incurrir en costes desorbitados. Por lo tanto, lo más importante que hay que aprender de la ira es cuándo hay que recurrir a ella y cómo se debe controlar.

La psicología popular de los años sesenta --«que salga todo fuera»-- determinó que algunos creyeran que debían dar vía libre a su ira y no intentar controlar sus arrebatos. Las investigaciones han revelado, sin embargo, que de este tipo de comportamiento no se sacan grandes beneficios para la salud; es más, la ira puede descontrolarse y crear riesgos tanto mentales como físicos. La ira irrazonable es un síntoma de muchos trastornos. Se ha observado que es una causa primaria de ataques cardíacos en las personalidades de tipo A, y, psicológicamente, sabemos que la ira puede crear un entorno poco saludable para quien esté en contacto con el iracundo.

Biológicamente, los investigadores están aprendiendo más de las rutas y expresiones de la ira. Los agresivos suelen tener menos activos de lo normal los lóbulos frontales, las áreas que refrenan las acciones impulsivas y aportan sabiduría, y si estos no funcionan de una manera suficientemente correcta o activa, los sentimientos de ira no se inhibirán. Una prueba parcial a favor de esta conclusión es la baja actividad del lóbulo frontal de quienes padecen el trastorno de la personalidad antisocial, que se caracterizan por su conducta colérica y destructiva. Es como si la amígdala le dijese a la corteza: «Quédate tranquila, deja que funcione el piloto automático», a pesar de que sería mejor que el razonamiento de la corteza interfiriese y detuviera la conducta inapropiada.

Algunos miembros de la población también experimentan episodios en los que no pueden controlar su ira aunque quieran. La razón puede ser asimismo un nivel inferior de actividad en la corteza frontal. En una confrontación acalorada, una persona puede sentir que su cerebro va demasiado deprisa, que tiene en cuenta todos los aspectos de la situación que está provocando su ira, e incluso cosas del pasado, lo que sirve para echar más leña al fuego. Sin la inhibición de la corteza frontal, los pensamientos tienen libertad para descontrolarse, y el individuo de inmediato se muestra sobreestimulado. Este «ruido» es muy difícil de superar de una manera racional. La corteza prefrontal es menos activa de lo que debiera; la función ejecutiva, menos activa de lo normal, no está tan alerta, se abruma y luego le cuesta poner el freno. Este desequilibrio puede deberse al THDA, a un trauma cerebral o a los efectos tóxicos del alcohol o del consumo de drogas.

El problema puede exacerbarse por una incapacidad de expresar los propios pensamientos y emociones. La verbalización de los pensamientos y sentimientos agresivos es el mejor antídoto contra la violencia. Una terapia que se emplea mucho con quienes perpetran violencia doméstica es conseguir que aprendan a «expresar lo que les come por dentro». No obstante, romper el ciclo de inhibición breve y de sobreestimulación es más difícil cuando una persona aprende que actuar basándose en estímulos agresivos

le reportará una especie de alivio. La adicción a la agresividad es una forma de resolver los problemas y de aliviar la frustración, por lo que es muy difícil que una persona colérica cambie.

Ese fue el caso de Deborah, que de niña se educó en un hogar caótico y permisivo en demasía. Los niños se hicieron con el mando. Deborah era afable, perfeccionista y muy lista, pero no podía sobrellevar las frustraciones. A los cuatro años empezaron a darle berrinches periódicamente, si bien eso no era nada comparado con lo de sus dos hermanas mayores: eran manifiestamente belicosas, y se portaban como unos demonios en el colegio. A Deborah se le toleraba su comportamiento porque era una buena estudiante que no sacaba más que sobresalientes.

Pero en sexto se topó con una materia que no podía dominar: el dibujo lineal. No podía con él, sencillamente. Su reacción fue alterar a toda la clase, por lo que la expulsaron durante varios días. Esta experiencia la enseñó que si montaba una escena se le prestaba más atención que a sus hermanas. Hacia el final de su adolescencia, a medida que se encontró con más problemas que la frustraban, recurrió cada vez más a sus berrinches. Eran manipuladores. Gracias a ellos le hacían caso. Resolvía inmediatamente su frustración, sus decepciones. Alucinaba por ello, y se volvió adicta a sus propios berrinches. A veces le daba solo porque estaba aburrida. Esta forma de portarse acabó por dominar su vida, por lo que pasó la mayor parte de su vida entrando y saliendo de hospitales psiquiátricos.

No se conoce bien la química de la agresividad, pero los investigadores saben que unos niveles de serotonina en el cerebro muy bajos o muy altos pueden contribuir a ella. Algunos médicos han tratado con éxito la ira y la agresividad con inhibidores selectivos de la recaptación de la serotonina, el Prozac por ejemplo, que consiguen que haya más serotonina disponible en los cerebros de quienes tienen unos niveles naturales bajos. Otras investigaciones han mostrado que unos niveles altos de testosterona pueden aumentar la agresividad.

LA TRISTEZA

Aunque pueda parecer que la tristeza es una emoción primaria mucho más tenue que el miedo o la ira, también hay entre sus grados diferencias inmensas, de la suave melancolía al llanto incontrolable. La evolución creó seguramente la tristeza para recalcar y subrayar las pérdidas de todo tipo; nos deja fuera de servicio para que podamos reordenar y reevaluar. Puede hasta causarnos tanto «dolor» que nos sintamos motivados a cambiar. En el cerebro, la tristeza parece estar relacionada con un aumento de la actividad de la amígdala izquierda y de la corteza frontal derecha, y una disminución de la actividad de la amígdala derecha y de la corteza frontal izquierda.

Una tristeza prolongada puede causar una hiperactividad constante en la amígdala y en el lóbulo frontal. Algunos conjeturan que esto puede causar un «agotamiento» neuronal en esas áreas, bien porque acabe con las reservas de neurotransmisores, bien porque pierda la capacidad de esas sustancias químicas de transmitir mensajes. Cuando pasa eso, la tristeza puede desembocar en depresión, que se caracteriza más por un aturdimiento emocional que por un sentimiento intenso. Es distinta de la depresión acompañada de ansiedad, que puede hacer que una persona se zambulla en una actividad febril, suicida incluso. En la depresión clásica, representada por alguien que se queda sentado, inmóvil, en una silla sin intención de levantarse, ese aturdimiento emocional podría ser adaptativo: supondría un alivio en el caso de una pérdida terrible, o un «tiempo muerto» para preparar la siguiente etapa en la vida o para asimilar un gran cambio.

Eso le pasó a un paciente al que llamaremos Bobby Jack. B. J. era un tipo despreocupado que reaccionaba por lo general de forma positiva a casi todo. Tendía a ver el mundo como un lugar lleno de respuestas, estructuras e historias positivas que acababan bien. Su hemisferio izquierdo trabajaba continuamente, haciendo que todo encajase en lo que él había predicho. El curso de la historia de su vida que generaba su hemisferio izquierdo era preciso y optimista. No había cabos sueltos.

Pero un mes de septiembre, después de que su empresa realizara los controles anuales, se le dijo que no le iban a ascender, en contra de lo que esperaba. No es que no hubiese trabajado duramente, es que no era apto para el puesto. Esto le perturbó. Estaba triste. Era una de las primeras veces que la vida real no casaba con la historia que se había ido desarrollando en su mente. Y si no había ascenso no había subida de sueldo, así que no iba a poder dejar su apartamento y comprarse por fin una casa, como anhelaba desde hacía tanto tiempo.

B. J. intentó poner de nuevo su cabeza en orden, pero no pudo porque no había solución. No había conseguido el puesto, punto, y no estaba en su mano cambiar las razones. Manipuló esa realidad: «Se han equivocado. Son imbéciles. Me ascenderán más adelante». Intentó actuar de manera diferente, trazar otros planes, hacer algo para que la situación volviese a encajar en la línea argumental que se había creado en su interior. Puede que de esta manera su hemisferio izquierdo empezara a hiperactivarse, a ver si podía vérselas con la nueva realidad, a ver si imponía una lógica a un conjunto ilógico de circunstancias, a ver si recuperaba la felicidad.

Mientras, su estómago había empezado a manifestarse, Le entró diarrea y se agotó físicamente. Comenzó a preocuparse por el deterioro de su estado físico. Esa ansiedad constante exigió más atención todavía de su hemisferio izquierdo, que intentó encontrar una forma de explicar también sus enfermedades físicas. Pero nada consiguió que pudiese hacerse de nuevo con el control. Su tristeza, su cansancio crecieron. Empezó a sentir desesperanza.

Con tanto malestar había dejado de hacer ejercicio. Ganó unos kilos de peso, lo que hirió la imagen que de sí mismo tenía. Le invadió la preocupación por sus fallos, se convenció de que ya no era divertido estar con él. Dejó de hablar a sus amigos, pasaba más tiempo solo. Se encerró en sí mismo; obligó a su hemisferio izquierdo a que intentara incesantemente hacerse una idea de en qué consistían ahora todos sus inmensos problemas. Pero este no pudo más: se desgastó, se quemó al fin. No había soluciones. B. J. sufrió una depresión clínica. Ahora su hemisferio izquierdo estaba completamente inactivo, y no había nada que impidiera al derecho, más duro, más realista, hacerse con el mando. Alejó a los demás. Ya no tenía palabras. Se hundió en una verdadera y desolada miseria.

Finalmente fue a un terapeuta, que consiguió que hablase de nuevo. Se había quedado bloqueado intentando explicarse los acontecimientos y le fue de gran ayuda tratar de ellos con otra persona. De esa manera pudo insertar su experiencia en un argumento más amplio, en el que cupiese un futuro. Vio que no había cometido errores monumentales en el pasado y que no era un mal trabajador, pero que había otro más apto para ese puesto en concreto y que la elección era, ciertamente, cosa de su jefe. Tenía aún su futuro ante sí. Podía todavía trabajar con eficiencia y acometer algunos cambios que hicieran que la vida le resultara más interesante.

B. J. puso la pérdida en perspectiva al activar el cerebro hablante, y reclutó una parte todavía mayor de dicho cerebro hablante para planear y conseguir pensar de nuevo en el futuro. Esto le indujo a empezar a dar paseos y a hablar un poco con un hermano, lo que reactivó el hemisferio izquierdo. Sin embargo, no bastaba, por ello el terapeuta le prescribió un antidepresivo, la imipramina, que sirvió para cambiar la química de su

sistema límbico. Empezó a asumir nuevas tareas en el trabajo, a hacer ejercicio y a mirar adelante para lograr nuevas metas otra vez. Bobby Jack había vuelto.

La depresión puede caracterizarse por sentimientos de desesperación, culpa, indefensión y desesperanza. Los síntomas que pueden manifestar quienes la padecen son una capacidad menor para concentrarse, peor memoria, pérdida o ganancia de peso, fatiga, perturbaciones del sueño y pérdida de interés en las actividades diarias, entre otros. Este trastorno suele aparecer en los primeros años de la edad adulta, si bien es posible que ocurra a cualquiera en un momento o en otro, especialmente si se experimenta un trauma importante en la vida. La depresión afecta a un 3 o un 5 % de la población en un momento dado, y aproximadamente un 20% de las personas experimentará una gran depresión en su vida. Hay incluso niños de cinco o seis años que experimentan síntomas clínicamente similares a los de la depresión de los adultos.

La depresión tiene un menor fundamento genético que las demás enfermedades mentales; es la que más depende de los factores medioambientales. Los acontecimientos de la vida pueden afectar a la biología del cerebro hasta en las personas de natural más alegre, como Bobby Jack. Mark George, psiquiatra y neurocientífico de la Facultad de Medicina de la Universidad del Sur de Carolina, ha realizado escáneres TEP de los cerebros de algunos individuos clínicamente deprimidos y sostiene que esta técnica puede abrir nuevas opciones para el tratamiento porque identifica subtipos de depresiones y diferencias en las reacciones a la medicación. Helen Mayburg y sus colaboradores de la Universidad de Texas han empleado recientemente escáneres TEP para localizar un área del cerebro que es diferente en los deprimidos que no reaccionan positivamente a la terapia con fármacos antidepresivos. En esas personas, la punta frontal del giro cingulado tiene un metabolismo de la glucosa inferior al normal. Que se pueda aislar un subgrupo de pacientes para quienes las medicaciones actuales no son efectivas es un paso importante en el camino hacia un tratamiento global adecuado.

La forma tradicional de tratar la depresión -la terapia hablada debe proseguirse todavía. Ayuda porque abre una conexión directa con la otra persona. Hablar ayudó a Bobby Jack a crearse una historia agradable del pasado y una historia nueva para el futuro. Le conectó con su terapeuta; se sintió comprendido y fue animado. Esto le permitió liberarse del círculo vicioso de odio a sí mismo y recriminación. Al mismo tiempo, le ayudó a romper la cerradura de esa pauta en su cerebro. Además, quizá el acto físico de hablarse a sí mismo sirviese de ayuda, porque forzó a los centros del lenguaje del hemisferio izquierdo a trabajar más, reactivando otras estructuras.

Durante años, el último recurso para quienes no respondían a la terapia hablada o a los antidepresivos era la terapia electro convulsiva (TEC), los tratamientos de choque. Se colocan unos electrodos en el cuero cabelludo y se manda a través del cráneo una fuerte corriente eléctrica al cerebro. Para que sea efectiva, la corriente debe ser tan fuerte que desencadene un ataque. Como la TEC suele tener éxito en la mayoría de los casos, recurren a ella cada año unas 50.000 personas.

Como los antidepresivos, la TEC actúa cambiando la química del cerebro, y mejora el estado de ánimo. No obstante, los efectos secundarios son considerables. Normalmente se aplican tres choques a la semana durante varias semanas. Para evitar dolores y heridas durante el ataque se emplea anestesia general. Para cuando termina el ciclo, es posible que los pacientes sufran confusión y pérdida de memoria, que en parte puede ser irreversible, y el estado de ánimo quizá mejore solo durante tres o seis meses.

Se ha hallado una técnica nueva útil para tratar a personas con depresiones severas: la estimulación magnética transcraneal (EMT), que parece tener muchas de las ventajas de la TEC sin los desagradables efectos secundarios. Se coloca una bobina magnética contra el cuero cabelludo del paciente, la cual genera un campo magnético

dentro del cerebro; eso excita a las neuronas y provoca además unos niveles incrementados de ciertos neurotransmisores. No hace falta anestesia y parece que no se pierde memoria ni se perturba ninguna otra función cerebral. Al contrario que la TEC, esta técnica puede aplicarse a una región concreta del cerebro, en particular la corteza prefrontal izquierda, donde la actividad es a menudo inferior que la normal en los deprimidos.

La EMT es todavía experimental, pero los primeros resultados son alentadores. En uno de los estudios, los pacientes mostraron una mejora del 50% en una escala de puntuación de la depresión que se usa comúnmente, mejor resultado que con la mayoría de los tratamientos basados en antidepresivos o en la TEC. La EMT podría ser también útil para tratar el trastorno de estrés postraumático y TOC, así como el mal de Parkinson.

LA ALEGRÍA

¿Cómo experimentamos la alegría? Es tanto la experiencia fisiológica del cariño y satisfacción como la apreciación cognoscitiva de que las cosas son como deberían ser. Alegría, felicidad, placer son su propio incentivo; son lo que hace que la supervivencia y la propagación de las especies merezcan la pena.

Algunas de las primeras investigaciones sobre la felicidad fueron fortuitas. En la década de 1950, James Olds y Peter Milner, que esperaban influir en el aprendizaje, colocaron un electrodo en el hipotálamo de una rata. Cuando esta apretaba una barra conectada al electrodo, el hipotálamo se estimulaba. Estos investigadores llegaron a la conclusión de que la rata percibía esa sensación como placentera porque se dedicó a apretar la barra hasta 4.000 veces en una hora, y se habría dejado morir de hambre antes que parar. Habían dado con el centro de placer del cerebro. Desde entonces, los estudios con seres humanos han revelado que el hipotálamo es solo uno de los varios centros de placer del cerebro humano, entre los cuales están el septum y el nucleus accumbens. .

Los neurotransmisores y las endorfinas desempeñan un papel importante en la percepción del placer. Sin embargo, es la dopamina el factor clave, y el que actualmente requiere la mayor parte de la atención. Todos los centros del placer usan la dopamina como transmisor. Si se adiestra a una rata para que presione una palanca que estimula interiormente un centro del placer y se le da un preparado como el pimozide o el haloperidol que bloquee la acción de la dopamina, la rata dejará de presionar la palanca. El placer suele estar amortiguado en quienes toman fármacos antipsicóticos convencionales, ya que bloquean los receptores de la dopamina. Se utilizan esos fármacos para detener alucinaciones y fantasías, pero a menudo llevan a un estado sin alegría, sin motivación ni pulsiones. Como esto puede complicar el tratamiento de las psicosis, se están desarrollando nuevos fármacos que no presenten un efecto secundario tan fuerte. Por otra parte, drogas como la cocaína y las anfetaminas actúan en el cerebro aumentando los niveles de dopamina. Pero si esta -o cualquiera de sus sustitutos artificiales- alcanza niveles demasiado altos, el resultado puede ser la hipomanía o incluso la manía.

Cuesta imaginar un trastorno debido a un exceso de felicidad, pero algunos de ellos pueden ser consecuencia de no tener suficiente felicidad o suficiente refuerzo interno y sensaciones de placer. El síndrome de carencia de recompensa, concepto acuñado por Ken Blum, de la Universidad de Texas, ayuda a entender las complejidades de la adicción y del comportamiento convulsivo. Según esta idea, una falta de recompensas interiores hace que una persona se automedique con sustancias o con una conducta gratificante. Prueba de ello son las estadísticas del trastorno de conducta y de TDA: en comparación

con el grueso de la población, es 5,5 veces más probable que los niños que padecen una de estas enfermedades lleguen a ser adictos a las drogas o al alcohol de adultos.

Un torrente de diferentes sistemas de neurotransmisores se va sumando en el mecanismo de recompensa del cerebro humano, quizá la interacción más importante es la de la dopamina en el nucleus accumbens, un grupo de neuronas que guardan una relación especial con la recompensa y la motivación. Está situado justo debajo de la parte frontal del striatum, una parte de los ganglios basales que participa en los movimientos y en la cognición. Si se lesiona el nucleus accumbens de las ratas de laboratorio que presionan normalmente una palanca para recibir drogas adictivas como la cocaína, dejan de presionarla.

Investigaciones recientes de la Universidad de Cagliari han mostrado que dentro del nucleus accumbens hay una división funcional más. En un estudio que refrenda las conclusiones acerca del efecto adictivo de la nicotina, se inyectó nicotina directamente en el cerebro de las ratas; se observaron incrementos correspondientes de la dopamina y de la actividad del nucleus accumbens. Esta área del cerebro se comporta similarmente cuando se administran cocaína, anfetamina o morfina. Un hallazgo importante de este estudio fue el de la diferencia entre la acción de la cubierta del nucleus accumbens y su núcleo interior. La cubierta parece tener más que ver con la emoción, la motivación y la adicción. Esta área tiene conexiones directas con el sistema límbico y es una parte de la amígdala extensa, que sirve de vínculo entre el mesencéfalo y el prosencéfalo.

Esta área es importante para el aprendizaje, en parte porque etiqueta la información con una señal de intensidad que le dice al resto del cerebro que preste atención. La estimulación de esa área con un electrodo ayuda a las ratas a aprender más deprisa y a usar áreas más extensas de la corteza durante el aprendizaje. El coloreado emocional del aprendizaje que efectúa la amígdala extensa afecta a nuestras nociones acerca de las recompensas y peligros de los diferentes estímulos.

Hay todavía mucho que aprender de las investigaciones sobre la adicción. Un grupo de investigación de la Universidad de Yale está examinando las diferentes funciones que los subtipos de los receptores de la dopamina desempeñan en la creación y en el mantenimiento de la adicción. Es posible que conocer más a fondo los procesos de adicción y motivación elimine los estigmas y mejore el tratamiento de diversos trastornos, desde el alcoholismo y el abuso de drogas hasta las adicciones al juego, el sexo y la comida.

Una de las emociones más apasionantes del espectro de la alegría es el amor. Mientras la mayoría nos ponemos poéticos al respecto, hay investigadores que lo descomponen con el rigor propio del laboratorio. Según Helen Fisher, profesora de antropología de la Universidad Rutgers, hay tres categorías de amor, diferentes fisiológica y emocionalmente -el deseo, la atracción y el apego-, aunque biológicamente, al menos, las tres están relacionadas con la vieja pulsión de aparearse. Fisher afirma que la evolución engendró cada una de región particular con una corriente eléctrica la chica rompió a reír. Le pidieron que realizara varias tareas -nombrar objetos, leer, contar y extender los antebrazos-, pero pese a estar ocupada en esas actividades no dejaba de reír cuando se estimulaba esa área. Más interesante aún era que, aunque la risa se inducía eléctricamente, cada vez que se reía, la chica daba una explicación diferente de por qué lo hacía: la atribuía a cualquier objeto que tuviese delante o a cualquier acción que estuviese haciendo en ese momento. Veía la imagen de un caballo y le parecía cómica, se partía de risa con un libro que estaba leyendo, y una vez les dijo a los investigadores: «¡Es que sois unos tíos tan divertidos!».

Provine dice que la risa, en parte, actúa como una especie de señal social, lo mismo que la sonrisa o que fruncir el ceño. Lo cierto es que los estudios han demostrado que es

treinta veces más probable reír en un entorno social que cuando se está solo. Incluso el óxido nítrico -el gas de la risa- pierde mucha de su potencia en soledad. La risa se produce cuando las personas se sienten a gusto entre sí, y cuanto más ríen más se cohesionan el grupo; parece que hay que creer el viejo dicho de que la risa es «contagiosa». La existencia de un bucle de retroalimentación --cohesión-más risa-más cohesión-, podría ser la explicación de uno de los episodios más peculiares de risa contagiosa de que haya constancia: en 1962, una epidemia de risa entre unas escolares de Tanganica se prolongó durante seis meses, obligó a las autoridades a cerrar los colegios para así disolver el grupo y poner fin a ese maratón.

LA MOTIVACIÓN

No podemos explorar las emociones sin entender la motivación. Esta no es una emoción per se, sino un proceso que liga emociones y acciones. La motivación es la directora de las emociones. Determina cuánta energía y atención asignan el cerebro y el cuerpo a un estímulo dado, sea un pensamiento que llega o una situación que hay que confrontar. La motivación es esencial para la supervivencia.

La palabra motivación deriva también de una raíz latina relacionada con el movimiento, *motivus*, relativo al movimiento. La motivación crea y guía el comportamiento orientado a un fin que satisface nuestras necesidades básicas. Una teoría de la motivación afirma que nace de los instintos internos o de las pulsiones alimentarias, sexuales o relacionadas con otros instintos básicos, pero cuesta defender esta hipótesis en vista de la vasta gama de conductas diferentes e inéditas de que son capaces los seres humanos. Walter Cannon proponía en los años treinta que los individuos persiguen mantener un estado de equilibrio que él llamaba homeostasis. Si esto es cierto, y el cuerpo tiene un nivel bajo de agua, digamos, el individuo se sentirá sediento y estará motivado para beber.

La teoría de Cannon no explica todas las conductas humanas que no parecen satisfacer una necesidad o siquiera ser buenas para nosotros. Otra teoría de la motivación, la de los incentivos, intenta explicar estos fenómenos. Dichos incentivos son estímulos externos que empujan al individuo hacia ellos de una u otra forma, sea una manzana madura en el árbol, sea la perspectiva de un aumento de sueldo. Abraham Maslow dio una estructura a esta idea cuando propuso su teoría de la «jerarquía de necesidades». En esta organización piramidal de los factores motivadores, las necesidades biológicas básicas forman la ancha base y la psicológica de autoactualización es el estrecho vértice.

La motivación, sea cual sea la teoría que se use para explicarla, es la presión para actuar. Como está en el centro de todos los comportamientos orientados a un fin, participan muchos niveles del cerebro. Este debe percibir y calibrar tanto los estímulos internos como los externos, lo mismo indicadores fisiológicos (el hambre, por ejemplo) que indicadores ambientales externos (un humeante plato de espaguetis, por ejemplo). Las estructuras cerebrales de la memoria participan también en la motivación, para que los estímulos presentes se puedan calibrar y comparar con estímulos previos, similares o diferentes.

Otra función importante es la capacidad de etiquetar emocionalmente ciertos estímulos o situaciones: ese es en realidad el centro de la motivación. Sopesar nuestros sentimientos a favor o en contra de algo determina nuestro movimiento para acercarnos o alejarnos de él. La estructura cerebral que se encarga de esa capacidad es la amígdala extensa, el centro primario del placer. Como la motivación está ligada tan estrechamente

al comportamiento físico, las estructuras que lo producen y mantienen están muy relacionadas con las que regulan la función motriz y el movimiento.

El giro cingulado es el nexo principal entre la motivación y la emoción. Las señales sensoriales que le llegan son las apropiadas para recibir la información visual, auditiva y olfativa procesada, y recibe además señales que reflejan el estado interno del cuerpo. Una vez obtiene toda esa información, debe transmitir el mensaje total a las partes del cerebro capaces de ejecutar una reacción en el comportamiento. El cingulado expide señales propias a los ganglios basales, para la reacción motriz, y al tronco cerebral, para la excitación fisiológica. Tiene además conexiones con el hipocampo, que es importante para la memoria. Gracias a todas esas conexiones, el cingulado puede calibrar los aspectos del entorno que interesen a la motivación, y compararlos con la memoria con el propósito de otorgar a los estímulos que se reciben diferentes prioridades desde el punto de vista de la motivación. Este sistema aporta a la persona la capacidad de juzgar qué merece la pena perseguir.

Participan también varios subcircuitos en la motivación. Las estructuras del sistema límbico, el tálamo y los ganglios basales interaccionan para realizar partes diferentes de la tarea global de percibir, evaluar y comunicar influencias que afecten a la emoción presente en el entorno. Guardan las diversas motivaciones en la memoria de trabajo y comparan objetivos contradictorios. Esto, por último, conduce a la elección, la inhibición y la búsqueda de una recompensa.

Esta compleja ciencia funciona de manera bastante simple en la vida real. Un entrenador de fútbol americano profesional pone a punto psicológicamente a su equipo para que bata al rival presentándolo como el enemigo; eso causa una hiperreacción en la subcorteza, que a su vez pone en marcha la maquinaria de la motivación, que proporciona concentración, energía y deseo.

Podemos ver cómo la motivación liga emociones y acciones fijándonos en un caso de represalia; quizá no sea la más meritoria de las motivaciones, pero sí que responde a un ímpetu y un objetivo claros. Sara estaba furiosa con Jim porque la había insultado en una fiesta que se celebraba para recaudar fondos para la compañía de teatro de verano del pueblo, en donde los dos eran voluntarios. En cuanto él hubo pronunciado su resabiada declaración, a ella la embargó la ira, pero reprimió su reacción porque, al contrario que Jim, miraba de comportarse de una manera socialmente aceptable. Pero no arrinconó sus sentimientos, sino que se propuso devolvérsela. Convirtió su cólera en una motivación completa, la cual fijaba su atención en un plan de venganza. Decidió que le iba a dejar en ridículo en la próxima reunión de los voluntarios, donde le espetaría una serie de preguntas que demostrarían que era un idiota. Planeó cada palabra minuciosamente; fue lo más creativo que había hecho en años y cautivó su atención durante dos semanas, hasta que se celebró la reunión.

Una versión interesante del tipo de motivación de Sara era la de un profesor de cirugía que tuve en la facultad de medicina. Le llamábamos Arpón de Terciopelo. A pesar de que no aguantaba a los necios, no los condenaba de inmediato. Nos preguntaba a menudo cosas que nos costaba responder, y la mayoría reconocíamos que no estábamos seguros de la respuesta correcta. Pero de vez en cuando un estudiante que era consciente de que no se sabía la respuesta intentaba disimular citando a algún experto o inventándose algo que sonase verosímil. En vez de aplastarlo en ese mismo momento, el profesor jugaba un rato con él. Permitía que el alumno se adentrara cada vez más en territorios comprometidos con preguntas que lo llevaban hacia donde él quería y, de pronto, le clavaba su arpón de terciopelo: una pregunta que ponía de manifiesto a qué absurdo le habían conducido las respuestas que había estado dando, lo que generaba en el estudiante una profunda vergüenza.

El comportamiento del profesor estaba motivado por la ira. Le deprimía que su discípulo no supiese la respuesta, y le enfurecía que mintiese, que intentase maquillar su ignorancia inventándose los detalles. El bochorno subsiguiente era terrible, pero en él subyacía una poderosa lección: un cirujano no puede camuflar su ignorancia sobre un procedimiento inventándose los pasos mientras opera; si lo hace matará al paciente. Nuestro querido arpón de terciopelo, por tanto, se valla de la represalia constructivamente.

La apatía es un trastorno del sistema de la motivación que puede tener un fundamento neurológico o acompañar a un trastorno médico. Puede ser especialmente difícil tratarla porque ese modo de comportamiento seguramente será malinterpretado por la familia del paciente, que la considerará debilidad moral, o por el terapeuta, que lo calificará como comportamiento pasivo-agresivo.

La apatía parece ser una deficiencia específica de los circuitos de la motivación del cerebro, no una mera manifestación más de la depresión, y conviene considerarla un trastorno neurológico. No hay indicios de que los antidepresivos sean de particular utilidad en el tratamiento de la apatía, pero algunos fármacos que aumentan los niveles de dopamina y algunos psicoestimulantes pueden mejorar la motivación. Cuando se trata a los enfermos de Parkinson con L-dopa su coordinación motriz mejora, y también el estado de ánimo y la motivación. Suelen hacer falta grandes dosis de este neurotransmisor para ayudar a los pacientes que sufren de apatía. Según un estudio, siete de cada ocho pacientes que padecieron una depresión tras recibir un trasplante de hígado y a los que se dio metilfenidato, o Ritalin -un fármaco que eleva los niveles de dopamina- se sentían más motivados a la hora de seguir sus regímenes de rehabilitación, se retraían socialmente menos y mostraban una apatía menor que antes de tomar el fármaco.

Para los pacientes con apatía, los fármacos no son la cura final. Necesitan también que se les eche una mano para que practiquen técnicas de autoayuda. La educación de la familia es también una tarea importante para el terapeuta. El tratamiento de la apatía suscita complejos problemas en el campo de los derechos humanos, ya que estos pacientes pueden ser lo bastante competentes como para tomar ciertas decisiones, pero no otras. Son además propensos a la ansiedad, que debe ser aliviada para que tengan en cuenta diversas opciones y participen de nuevo en la vida.

Tratar la apatía es asimismo importante para los pacientes deprimidos. Puede utilizarse fármacos para conseguir una mejora rápida en una primera etapa. Como los pacientes con depresión están a menudo convencidos de que no puede hacerse nada por ellos, quizá no se adhieran al plan de tratamiento; no colaborarán, se descuidarán. Contrarrestar rápidamente esta resignada apatía es un aspecto primordial del tratamiento.

LA INTELIGENCIA EMOCIONAL

Las emociones son esenciales para nuestra identidad como seres humanos. Estamos aprendiendo también que son fundamentales para el rasgo que más humanos nos hace, la capacidad de razonar. En contra de la creencia de que debemos estar calmados, fríos, contenidos para tomar una decisión apropiada, no es menos probable que nuestros sentimientos viscerales, impulsos e intuiciones nos guíen hacia una decisión determinada. Las emociones explotan áreas del cerebro que juzgan las situaciones de manera efectiva sin que accedamos conscientemente a ellas.

Comprender las emociones es también la clave de muchos trastornos mentales. Del pasajero nervioso que no para de dar consejos al conductor al paciente maniaco-depresivo con todas las de la ley y hospitalizado, la hiperacción de las emociones puede crear problemas. La falta de motivación no es menos inquietante, y el problema de la adicción

ha adquirido proporciones epidémicas en nuestra sociedad. Por suerte, los tratamientos están mejorando continuamente. Las compañías farmacéuticas lanzan al mercado nuevas medicinas a una velocidad asombrosa. Los remedios caseros, como las cajas de luz y los tratamientos con hierbas y homeopáticos, están teniendo también cierto éxito, lo mismo que la enseñanza de las emociones y las destrezas sociales de los niños de primaria.

Conocer nuestro propio cerebro y nuestro sistema de recompensas es esencial, pero cuando busquemos técnicas nuevas debemos tener cuidado en no dejar que nuestra motivación por mejorar nos lleve a arreglos chapuceros. La tendencia actual a definir la «inteligencia emocional» de cada uno es un buen ejemplo de esa tentación. La inteligencia emocional fue una de las ideas psicológicas más en boga en los años noventa. La expresión fue acuñada por los psicólogos Peter Salovey, de Yale, y John Mayer, de la Universidad de New Hampshire a finales de la década de 1980, como una forma de sintetizar cualidades humanas tales como la empatía, la conciencia de uno mismo y el control emocional. Daniel Goleman, que escribía en el New York Times, adoptó la expresión y la convirtió en el título de un bestseller, *La inteligencia emocional: por qué es más importante que el cociente de inteligencia*. Hoy la expresión está en todas partes, y las revistas ofrecen tests con los que se puede calcular el cociente de inteligencia emocional de uno.

El de inteligencia emocional es un concepto atractivo porque proporciona un oportuno chivo expiatorio para la actual epidemia de crímenes violentos, peleas maritales y abuso juvenil de las drogas. A la inversa, nos gustaría creer que si mejoramos los niveles de inteligencia emocional de los jóvenes, estos estarán mejor preparados para las dificultades de la vida. Sin embargo, buena parte de esos consejos acerca de cómo deben hacerse las cosas que supuestamente dimanarían de la inteligencia emocional no son más que mero sentido común: Obviamente poder controlar la rabia o ser más sensible a lo que les pase a los demás, por ejemplo, son facultades que harán que a uno le vayan mejor las cosas en el futuro, contrariamente a lo que le sucederá a quien carezca de ellas.

Hay dos preguntas fundamentales en el debate sobre la inteligencia emocional. ¿Realmente puede medirse de una manera significativa? ¿Y cabe «enseñarla» como si fuera una destreza a niños y a adultos? No sabemos las respuestas, pero puede estar seguro de que en los próximos años se investigará muchísimo para dar con ellas.

7

LENGUAJE

Sally era una chica vivaz de ocho años que estaba alegre casi siempre. No obstante, se ponía a chillarle a su hermano Joey, que tenía tres años, en cuanto este se entrometía en sus actividades, estuviese ella sola o jugando con una amiga. No paraba de gritar, dejaba como un trapo a su desconsiderado hermanito y a continuación criticaba a su madre por no haber conseguido que Joey tuviese la disciplina necesaria. Sally acababa llorando llena de rabia.

Incluso tras meses de muchos «tiempos muertos», breves y largos, impuestos por su madre, esa conducta persistía, por lo que puso en práctica una técnica maravillosa para ayudar a Sally a valerse del lenguaje para controlarse: aun a sabiendas de que Sally no podía expresar en palabras en qué consistía su propia conducta, tras el siguiente berrinche la mandó a su habitación para que hiciese por escrito una descripción completa del incidente, centrándose en cómo empezó, en cuáles eran sus sentimientos y lo indigno que era todo ello. Tenía que apuntar todos los detalles lo mejor que pudiese, y luego comentarían el escrito entre las dos. Fue una maravilla lo bien que funcionó. Con el tiempo, Sally hasta empezó a escribir acerca de lo que quizá sintiese Joey; eso era lo que buscaba su madre.

Gracias al ejercicio de redacción Sally pudo emplear las palabras para gobernar su comportamiento; probablemente esa capacidad del lenguaje fuera en gran medida la razón por la que los seres humanos lo crearon. A medida que fuimos evolucionando y nuestros grupos sociales fueron siendo mayores y más complejos, necesitamos retardar nuestras reacciones y responder con mayor discriminación; si no, habría reinado el caos. Puede que la evolución produjese el lenguaje como un mecanismo de dilación.

A lo largo de la historia se ha debatido cuáles eran las conexiones exactas entre el pensamiento, el lenguaje y la acción. Aunque puede distinguirse entre estos tres procesos, están tan estrechamente entrelazados que se hace difícil trazar las fronteras. La facultad de usar el lenguaje no solo para comunicar, sino para planificar y dirigir las acciones futuras está en el meollo mismo de la humanidad. El lenguaje mejora y refina nuestros pensamientos; gracias a él nos abstraemos del presente para manejar simbólicamente objetos en la mente e insertarlos en diferentes secuencias potenciales antes de emprender una acción. Es el momento de la dilación, tan crucial para la acción planeada. Gracias al lenguaje no tenemos que actuar en el acto acicateados por impulsos emocionales determinados por nuestro entorno inmediato.

El lenguaje se adquiere con tan poco esfuerzo que no nos damos perfecta cuenta del efecto que tiene en nuestras vidas. La conversión de nuestros pensamientos en símbolos nos permite definirnos, actuar en un mundo social, evaluar nuestras emociones y modificar nuestro comportamiento. Es el fundamento del gobierno de uno mismo y de toda autonomía de la que puedan presumir los seres humanos. La facultad universal de los seres humanos de comunicarse nos vincula a los unos con los otros y crea una poderosa comunidad. A partir de cuarenta y cuatro sonidos básicos (fonemas) que pueden disponerse en un número infinito de combinaciones hemos creado la compleja sociedad de hoy. Sin embargo, cuando una persona no es capaz, como le pasaba a Sally, de establecer las conexiones lingüísticas apropiadas o de detenerse a reflexionar sobre lo que está diciendo, no solo acaba teniendo problemas con el habla, la lectura o la escritura -que ya sería bastante malo-, sino que le es difícil mantener unas relaciones sociales, tomar decisiones morales, controlar la ira e incluso sentir emociones.

Durante décadas, los científicos han pensado que sabían cómo adquiere y crea el lenguaje el cerebro. Pero nuevas investigaciones están revisando el viejo modelo, tanto que ya estamos a punto de componer un cuadro completamente nuevo. Ya no concebimos el lenguaje como una función muy localizada que existe en una sección bien definida del cerebro. En efecto, las funciones lingüísticas están repartidas por todo el cerebro y las localizaciones pueden variar de forma considerable de unas personas a otras. Algunas de las funciones están increíblemente especializadas, hasta un punto que parece cómico: hay, por ejemplo, un sitio concreto en el cerebro que se encarga de nombrar a las verduras. También se ha descubierto que, al estar tan diseminadas las funciones, el cerebro tiene una notable capacidad de corregir los problemas del lenguaje una vez averiguamos cómo reeducarlo.

EL PODER DE HABLARSE A UNO MISMO

Las dificultades a las que hizo frente Sally, y su transformación, nos muestran cómo es de fundamental la fuerza del lenguaje en nuestras vidas. En 1781 Immanuel Kant definió el pensamiento como un «hablarse con uno mismo», y ahora está claro que el ejercicio callado del lenguaje las conversaciones con nosotros mismos, las instrucciones que nos damos- es la ligazón del pensamiento, el lenguaje y la acción.

Recientemente, P K. McGuire, del departamento de medicina psicológica de la Universidad de Londres, usó unos escáneres TEP para descubrir qué región cerebral se activa cuando nos hablamos a nosotros mismos. Resultó que era la corteza frontal inferior izquierda, la misma región que se enciende cuando repetimos mentalmente una serie de letras y cuando hablamos de modo audible. Estudios posteriores han revelado que los sordos que se comunican con el lenguaje de signos se valen también de una especie de hablarse a sí mismos en sus procesos de pensamiento y planificación que activa la misma área cerebral. La región que esta delante de esta área es donde consideramos y planeamos, una importante función ejecutiva de la corteza prefrontal.

El uso del lenguaje para guiar, las acciones es más evidente en los niños. Muchos estudios han observado que los niños pequeños que hablan en voz alta cuando se dan instrucciones a sí mismos y hacen cosas tienen mayores probabilidades de que la tarea les salga bien y de comportarse más controladamente durante la resolución del problema. A medida que avanza su desarrollo esa «charla privada» se reduce a murmullos, y en los primeros años de la primaria se interioriza y vuelve silenciosa.

Los niños con deficiencias del aprendizaje, en cambio, especialmente los que padecen el trastorno de THDA, tienden a recurrir a un hablarse a sí mismos más audible. Puede que les ayude en la tarea que se traigan entre manos, pero también puede hacer que se pierdan el paso crucial de escucharse a sí mismos para detenerse a reflexionar, retardar la acción, planear. Jack, un brillante niño de cuatro años, vino a mi consulta de la mano de su padre, un triunfador que había estado buscando un tratamiento para su hijo. El chico era una máquina: por ejemplo, se sabía los nombres de los dinosaurios, las partes de sus cuerpos, las eras en que surgieron, cómo se apareaban, las diferencias anatómicas entre ellos; todo eso lo había aprendido en un abrir y cerrar de ojos y lo repetía de carrerilla.

Jack hacía preguntas sobre lo que fuese. A los dos minutos de estar en la consulta se le pasó la timidez, y empezó un aluvión de preguntas y comentarios: ¿Quién era yo?, ¿tenía hijos?, ¿a qué colegio fui?, ¿creía en Dios?, ¿heredamos de verdad nuestro cerebro? Era asombroso. Estaba subyugado... y agotado a los quince minutos. Jack no paraba nunca de hablar, nunca dejaba de hacer preguntas. Tenía un vocabulario enorme

y pensaba sobre las cosas constantemente, pero saltaba sin parar de un tema a otro. Me sobrepasó.

Sabría más tarde que dominaba de manera rutinaria a sus amigos. Le era más fácil estar con adultos, que se sentían felices de responder sus preguntas... al principio. El problema es que no paraba nunca. Era un caso clásico de trastorno del déficit de la atención. Sus padres habían encontrado una forma de mantenerlo en cama hasta las siete y media de la mañana: dejarle que fuera al dormitorio de los padres a esa hora con una lista de cinco preguntas, y solo cinco. Los padres de Jack eran complacientes, pero tanta cháchara les tenía ya abrumados y exasperados.

Parte de las dificultades de Jack radicaban en que no podía parar a considerar ningún aspecto de lo que podría deparar el futuro. No podía hablar consigo mismo. Apenas si podía reflexionar. Hablaba entre dientes y muy a menudo; se hablaba a sí mismo mientras hacía alguna tarea, movía lo, labios repitiendo las instrucciones o las susurraba. Pero no parecía que pensase lo que decía, ni tampoco las consecuencias de sus actos. A sus padres les preocupaba su total falta de miramientos a los sentimientos de los demás. Sus compañeros de juegos se cansaban enseguida de él y de lo mandón que era. Su charla incesante dejaba a todo el mundo frustrado, y de inmediato se granjeaba su odio. Ahora estaba solo, una vergüenza para un niño brillante y perceptivo.

Solo vi a Jack una vez, como médico, pero antes de que se marchase le dije a su padre que debería esforzarse en que Jack hiciese una pausa y reflexionase sobre lo que estaba diciendo. Como mínimo, necesitaba un entrenamiento básico para aprender cómo cerrar la boca y escucharse a sí mismo. Necesitaba también ir más despacio y empezar a aprender a reflexionar.

Hablarse a uno mismo se halla en la base de la empatía, la comprensión, la cooperación y las reglas que nos hacen ser unos buenos seres sociales. Cualquier sentido de comportamiento moral requiere que se piense antes de actuar. Sin la reflexión que acompaña al habla interiorizada no podríamos sopesar diferentes acciones y sus consecuencias, ni tomar la mejor decisión antes de actuar. Cuando se refrenan los impulsos, un individuo puede remitirse a un tiempo pasado para consultar experiencias similares, unir nuevas combinaciones de comportamientos posibles y anticipar las consecuencias probables. De esta forma, la memoria y los fines colaboran con las emociones para configurar una conducta deliberada.

Es también ese sentido del pasado y del futuro el que establece los cimientos de la moral. Si se actúa antes de que uno se dé tiempo a pensar en las consecuencias, no hay poder de la voluntad ni autocontrol. Los valores y los fines se ignoran automáticamente en el torbellino de la actividad. Un niño que tropieza en la vida de esta manera tampoco adquiere la práctica de valerse de su teatro interior, para explayarse en las posibilidades halladas torciendo y girando la realidad. La planificación en varias etapas ante situaciones nuevas -imaginar varias posibilidades y sus resultados probables- está en el centro de la inteligencia humana. Es la sustancia de que está hecha la resolución de problemas. Si en la vida no se empieza suficientemente pronto a detenerse para evaluar las consecuencias de las propias acciones, no podrán establecerse los fundamentos necesarios para que luego se tenga presente la ética y los principios morales.

La facultad de planear lo que vendrá empieza a desarrollarse por medio de las historias infantiles, que pueden proceder de muchas fuentes distintas. La instrucción religiosa de los niños inculca la ética con la Biblia. Muchos cuentos de hadas y fábulas consiguen lo mismo. Asistí a una escuela católica y las historias que allí me contaron me fueron útiles, particularmente porque yo era un niño que se movía por impulsos y un culo de mal asiento. Saber de las vidas de los santos nos ponía en contacto con un sinfín de héroes. La confesión católica alienta a los niños a reflexionar en su conducta pasada y a

concebir una mejor en el futuro; y a los adultos también. La confesión es una dolorosa herramienta generadora de vergüenza y culpa que emplea la Iglesia católica, pero seguramente ha impedido muchos actos violentos en los colegios. Que los niños tengan a su alcance pistolas es una contribución creciente a la violencia en los centros educativos, pero el verdadero problema radica en que algunos niños carecen de la facultad de reflexionar.

Son dos las fuentes principales de interferencias con la facultad de hablarse a uno mismo. La primera es la impulsividad, la falta de un sentido del tiempo y de la inhibición de las reacciones que es el déficit primario del trastorno de la hiperactividad con déficit de atención. Como le pasaba a Jack, los individuos que hablan sin parar acerca de lo que está pasando en el momento no tienen tiempo para el procesamiento secundario necesario para desligarse de la estimulación inmediata y diseñar un plan deliberado. Esto conduce a los problemas de conducta y a la ira incontrolable que suelen acompañar a ese trastorno.

La segunda fuente principal de interferencias con el hablarse a uno mismo es una deficiencia que limita la capacidad de usar el lenguaje con la precisión o facilidad necesarias para crear una dilación entre el estímulo y la acción. Puede ocurrir esto en la dislexia severa y otros problemas del lenguaje. Si un individuo es incapaz de traducir la cólera en palabras, no hay nada que cree la dilación para pensar más objetivamente, tener en cuenta la perspectiva de los demás o, lo más importante, prever las consecuencias de acciones diferentes, como ceder a un deseo inmediato de gritar o golpear. La función del «tiempo muerto» es utilizada por muchos padres y maestros para tratar con niños y también recurre a ella en muchas clases donde se enseña a los adultos a controlar la ira, a lentificarlo todo, a dar a la persona tiempo para pasar al procesamiento secundario, en la forma de un hablarse a sí mismo, antes de que actúe guiado por las emociones.

UN ACCESORIO RECIENTE

Antes del hablarse a uno mismo hubo un mero hablar corriente. Se debate también sobre sus orígenes. En los últimos años la prensa no ha parado de mencionar las habilidades lingüísticas de los chimpancés... y de los ordenadores. Los autores de esos artículos exaltan, no falla, los resultados; los chimpancés y los ordenadores están, dicen, a un paso de exhibir las mismas destrezas comunicativas que los seres humanos. ¡No es así! Sigue habiendo una distancia inmensa. Los chimpancés se comunican entre sí en la naturaleza con unos treinta y seis sonidos. Sin embargo, para ellos y para los demás animales, a excepción de los seres humanos-, cada uno de esos sonidos tiene un solo significado y no se combina o liga con otros para crear un mensaje nuevo. Son los mismos treinta y seis mensajes una y otra vez.

El Homo sapiens liga los fonemas («da», por ejemplo, o «ba») en diferentes combinaciones para formar las palabras. Para cuando acabamos el bachillerato sabemos de 45.000 a 60.000 palabras, y todas se combinan y recombinan en locuciones, oraciones y párrafos, cada uno de los cuales crea un significado nuevo y preciso. De las diferentes combinaciones de cuarenta y cuatro fonemas han salido las novelas de Jane Austen, los dramas de Shakespeare y las charlas entre vecinos a la puerta de casa. Los fonemas no tienen significados intrínsecos solo comunicamos ideas complejas con el vasto número de sus combinaciones. El lingüista suizo Ferdinand de Saussure llamaba a eso «la arbitrariedad del signo». Como no hay una conexión directa entre el sonido y el significado, solo podemos comunicarnos aceptando el uso de un código común: combinaciones específicas de sonidos que construyen palabras, locuciones y oraciones.

Gracias al conjunto de reglas de que nos valemos para ligar sonidos sin significado - nuestra gramática, nuestra sintaxis- nos entendemos y expresamos ideas nuevas.

Aunque los chimpancés pueden aprender a nombrar objetos de una manera y a una velocidad parecida a la de los niños, no pueden pasar de esa etapa, ni siquiera después de años de adiestramiento intenso. No pueden desarrollar las reglas que permiten a los seres humanos combinar signos, o usar la prosodia, la capacidad típicamente humana de modular la voz, de poner énfasis y matices emocionales que transmiten un significado. Como dice el conocido psicólogo Merlín Donald, de la Universidad Queens, de Ontario, en *Orígenes de la mente moderna*:

La evolución no solo ha dado un cerebro mayor, una memoria más amplia, un léxico o un aparato fonador especial a los seres humanos, sino que nuestra evolución ha creado sistemas nuevos de representar la realidad. Durante ese proceso, nuestra maquinaria de representar percibió de algún modo la utilidad de los símbolos y los inventó de la nada; ningún entorno simbólico los precedió.

Dado que el lenguaje es un salto adelante de tales proporciones con respecto a nuestros antepasados evolutivos, nos vemos impelidos a estudiar cómo se originó. Por desgracia, no hay todavía una respuesta comúnmente aceptada. La lingüística, la filosofía, la antropología, la psicología y la neurociencia examinan la cuestión desde diferentes puntos de vista. Cuando hacemos cálculos acerca de los principios del lenguaje podemos fijarnos en la estructura del cerebro, en la posición del tracto vocal, en el uso de herramientas cada vez más complejas, en las ceremonias religiosas o en el pensamiento abstracto representado en la pintura de las cuevas.

Hace tres millones de años, la anatomía de los tractos vocales de nuestros antepasados animales empezó a adoptar la forma que facilita los movimientos motrices necesarios para formar los sonidos con que hablamos. Los fósiles revelan que los primeros *Homo sapiens* aparecieron hará 100.000 o 200.000 años, y hay un consenso general en que el lenguaje simbólico (a un paso del que hablamos hoy) se lleva usando de manera continua desde hace unos 50.000 años.

¿Cómo pudo esta compleja habilidad evolucionar tan deprisa? Hay dos puntos de vista básicos. Según el primero, la selección natural ha impuesto a lo largo de miles de años la organización que mejor propició la aparición del pensamiento simbólico, la comunicación y todas las facultades cognoscitivas superiores que esa capacidad creativa permite en nuestra estructura cerebral. La universalidad del lenguaje en todas las culturas humanas y el hecho de que en todas partes su estructura y los momentos en que va siendo adquirido en la niñez sean los mismos respaldan esa aseveración. Según el segundo punto de vista el lenguaje es fruto del azar en la evolución de una corteza cada vez mayor. Esta teoría sostiene que en un principio el lenguaje no era una destreza específica que ayudase a nuestros antepasados en su afán por sobrevivir y reproducirse; sin embargo, otras facultades que proporcionaban una ventaja impulsaron la evolución de los mecanismos neuronales gracias a los cuales se originó el lenguaje.

Los fósiles de homínidos más antiguos y los estudios comparativos de los cerebros de los primates proporcionan ciertos indicios a favor de la segunda teoría, al revelar posibles pasos intermedios en el camino hacia una corteza mayor que permite un funcionamiento más adaptativo en el mundo. Desde luego, los primates deben tener algunas estructuras cerebrales que les permitan asociar los objetos con los nombres, pues se los puede educar para que nombren y adquieran el protolenguaje de un ser humano de dos años de edad.

El caso más notable de un primate que aprendió un lenguaje se produjo casi por accidente. Duane Rumbaugh y Sue Savage-Rumbaugh estaban adiestrando a cuatro chimpancés adultos y vieron que señalando a unos símbolos, los animales podían mostrar

que entendían las órdenes que se les daban. Una de las chimpancés, Matata, estaba criando a Kanzi, uno de esos bonobos que tanto se han estudiado últimamente, como hijo adoptivo. Kanzi no paraba de incordiar; exigía que se le prestase atención y jugaba constantemente mientras los seres humanos intentaban enseñar a su madre a comunicarse. Pero en esas sorprendió a todos al demostrar que había aprendido el lenguaje mientras se lo enseñaban a su madre. El lenguaje de Kanzi llegó a ser el más desarrollado porque estuvo expuesto a él muy pequeño.

Si el lenguaje es un producto secundario de un cerebro que se reorganizó para otra facultad cognoscitiva, querremos saber, como es natural, qué facultad pudo ser esa. Puede que empezase siendo una capacidad de juntar elementos en combinaciones mayores. Michael Corballis, de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, la denominó «generatividad», y dice que fue el mayor avance en la historia cognoscitiva humana. Según esta teoría, la facultad generativa surgió en la evolución para que los seres humanos hiciesen herramientas, lo cual coincide con la teoría popular que sostiene que la fabricación de útiles y las ventajas que suponen para la caza y la supervivencia impulsaron al cerebro a expandirse y reorganizarse, gracias a lo cual apareció el lenguaje. Varios estudios han indicado que las regiones del cerebro que controlan los movimientos secuenciados de las manos y el habla se basan en los mismos mecanismos. Corballis y otros han desarrollado la teoría de que esa área general y la facultad de la generatividad se emplearon para crear la capacidad del lenguaje. Por lo tanto, a partir de la capacidad de hacer la secuencia apropiada de movimientos para fabricar y usar herramientas, llegamos a combinar fonemas en palabras y palabras en frases.

Como por lo común consideramos el lenguaje un modo de comunicarse entre individuos, tiene sentido que, a medida que los grupos sociales aumentaron y se unieron familias en grupos de cazadores cada vez mayores, fuera siendo más importante dar con formas de advertir de los peligros, de compartir conocimientos y deseos, y cómo formalizar unas reglas que garantizaran una coexistencia pacífica. Las representaciones de lo concreto permitieron también a los seres humanos transferir las creencias religiosas, las tradiciones, los sistemas legales y los descubrimientos científicos a un dispositivo memorístico colectivo: el lenguaje.

Con la aparición de la escritura y la lectura hace 5.000 o 6.000 años, resultó más fácil compartir, preservar y utilizar como fundamento los pensamientos y los recuerdos, lo que aumentó mucho el poder colectivo de los seres humanos. La evolución ha avanzado cada vez más deprisa en los últimos milenios porque la cultura y el lenguaje han coevolucionado y se han propulsado mutuamente a un ritmo de avance más rápido. La cultura moderna está ligada a dispositivos memorísticos -la televisión, los libros- que dependen del lenguaje. Con todas las labores de almacenamiento y cómputo que los ordenadores hacen por nosotros, desarrollaremos seguramente nuevas formas de pensar y explicar el mundo que nos rodea; así, los creadores de la World Wide Web ya están proponiendo programas de «metadatos» que analicen las pautas de los enlaces entre los sitios de la Red; quizá descubran todo tipo de conexiones entre las personas y la información que nunca hemos sabido que existiesen.

Tanto si el lenguaje ha sido seleccionado en el curso de la evolución como si se trata de un producto secundario de otra facultad o del aumento general de la inteligencia, no cabe duda de que su aparición afectó grandemente a la estructura global del cerebro y al comportamiento. Algunos neurocientíficos piensan incluso que provocó todas las diferencias entre los hemisferios derecho e izquierdo. Otros mantienen que es sumamente beneficioso que los dos lados trabajen en paralelo, lo cual exige una función lingüística coherente. No obstante, es posible que ninguno de estos puntos de vista sea correcto; debemos ser siempre conscientes de nuestro deseo de asignar convenientemente

funciones cerebrales a un lado del cerebro o al otro. Nos gusta fundamentar nuestro pensamiento en funciones binarias y complementarias -bueno o malo, lógica o fe, izquierda o derecha-, de manera que podamos cartografiar y, con ello, intentar controlar nuestro universo.

Aunque el lenguaje no fuese el origen de la expansión de nuestras capacidades, sí cabría considerarlo el fundamento de la conciencia humana y del pensamiento abstracto. Según el lingüista Derek Bickerton necesitamos las representaciones del lenguaje para ir más allá de la percepción sensorial directa y llegar al «pensamiento para sí» que posibilita la reflexión y la novedad. Es el hablarse a uno mismo expandido. Los ritos funerarios de los muertos y los mitos ilustrados por las pinturas rupestres pueden considerarse signos reveladores de su aparición. Indicarían que nuestros antepasados habrían pasado de la comunicación ligada a los objetos presentes a la comunicación que parece no tener ventajas evolutivas. Sin embargo, es parte de la coevolución de nuestra cultura que desafía la noción usual de «gen egoísta», según la cual toda evolución debe promover solo las habilidades que den a su poseedor una ventaja y propaguen, pues, selectivamente, los genes hasta la siguiente generación. Las pinturas rupestres y representaciones semejantes no tienen una ventaja directa, y es ahí donde más se ve que la civilización toma el mando. Y ahí fue cuando la civilización empezó a evolucionar mucho más rápida y certeramente de lo que lo hubiera hecho a causa de nuestros cerebros, movidos por los genes. El deseo de hacer la vida más placentera, más llena de significado y más rica, de leer novelas, etcétera, no reporta una ventaja primaria, sino secundaria. Pero es simplemente lo que pasa cuando se le da un cerebro a un hombre.

Se requiere una memoria amplia para poder valerse satisfactoriamente de la comunicación simbólica, y parece probable que, a medida que el lenguaje evolucionó, el cerebro se adaptó para mejorar las memorias a corto y a largo plazo. La secuenciación necesaria para entender largos discursos y complejos documentos requiere una memoria a corto plazo que sigue la pista de las frases individuales y de cómo se conectan, y una memoria a largo plazo que comprenda el significado de cada palabra, de cada figura del lenguaje, de las metáforas. Tenemos también que ser capaces de decidir entre las diferentes opciones de las reglas del sistema gramatical cuando hay ambigüedades, así que es posible que el lenguaje haya impulsado la capacidad de nuestro cerebro de analizar. Esta toma de decisiones que tan sin esfuerzo empleamos en el lenguaje es lo que resulta imposible incluso para los ordenadores más avanzados, con vastos sistemas de memoria.

DE NACIMIENTO Y ADQUIRIDO

El debate acerca de cómo y cuándo nuestros antepasados empezaron a hablar discurre en paralelo con la ya larga discusión sobre si el lenguaje está conectado en nuestro cerebro al nacer o si se aprende. Como en la mayoría de los debates que oponen naturaleza y crianza, la respuesta se encuentra en algún punto entre los dos polos. A lo largo de la historia, la mayoría ha dado por sentado que los niños aprendían el lenguaje de sus padres. Pero en 1959, el lingüista Noam Chomsky revolucionó en el MIT el estudio del lenguaje al aportar pruebas de que la adquisición del lenguaje es un proceso biológico, no un conjunto de conocimientos externos que se aprende. Dado que los niños educados en todo tipo de circunstancias por todo tipo de padres dominan las complejas reglas de la gramática a muy corta edad, Chomsky llegó a la conclusión de que los niños nacen con una propensión innata a manejar las reglas básicas del lenguaje; todos los niños tienen una «gramática universal» inserta en su cerebro, que se especializa para el lenguaje concreto en que se ha educado al niño.

Esta teoría ha dominado las investigaciones durante los últimos cuarenta años. En su versión absurda, sostendría que el lenguaje está completamente codificado en nuestros genes; algún tipo de lenguaje se desarrollaría espontáneamente sin ninguna interacción con otros. Pero la mayoría de los investigadores, incluido Chomsky, proponen que esa capacidad es una especie de «dispositivo de adquisición del lenguaje» presente en el nacimiento -una capacidad genética del cerebro distinta de otras funciones cognitivas- y que debe recibir aportaciones del entorno para ponerse en marcha, de manera que podamos luego aprender las palabras y la gramática de un lenguaje concreto. Por eso, un niño que se críe en España dominará el castellano, no el chino.

Una prueba concluyente a favor de la existencia de una facultad genética del lenguaje son los niños que no han estado expuestos a ninguna lengua pero pueden interaccionar entre sí, inventarán su propio lenguaje, complejo sintáctica y semánticamente. Esto se ha observado en niños sordos que no fueron expuestos al lenguaje de signos. Asombrosamente, siempre y cuando tuvieran alguien con quien interaccionar, lograban comunicar pensamientos complejos inventándose su propio sistema de signos.

Rachel Mayberry, de la Universidad McGill de Montreal, ha descubierto potentes indicios de la existencia de un período crítico de adquisición del lenguaje estudiando a niños sordos. El 10% de los niños sordos de Canadá cuyos padres son también sordos y crecen, por tanto, usando el lenguaje por signos, llegan a tener tanta facilidad con este como los niños que oyen con el habla. Los niños sordos de padres que oyen, que no están expuestos al lenguaje por signos hasta más tarde, son menos competentes en su uso. Mayberry ha averiguado que quienes aprenden una lengua en la infancia, se quedan luego sordos siendo todavía niños y aprenden los signos, se manejan con estos mejor que los niños que son sordos de nacimiento quienes los aprenden con más edad y sin haber adquirido previamente ningún lenguaje (por lo general porque sus padres no conocen el lenguaje de signos). Los niños que oyeron hablar no llegan a tener un dominio perfecto de los signos, pero son como quien habla bien una segunda lengua. Hasta tienen acento -sostienen las manos demasiado lejos del cuerpo, no hacen las señales con claridad, etc.- y cometen errores que alguien que conozca de toda la vida el lenguaje por signos encuentra divertidos pero comprensibles. Hablantes más tardíos no expuestos ni al lenguaje hablado ni por signos, por el contrario, carecen de fluidez y cometen errores incomprensibles. Parece que las leyes de la adquisición del lenguaje son una parte universal de la constitución del cerebro, y valen por igual para los niños que hablan y para los que nunca han oído una palabra.

El argumento que afirma que la adquisición del lenguaje tiene un andamiaje genético descansa también en el principio de que, como cada frase es una combinación nueva, los niños no podrían aprender todas las reglas necesarias para la comprensión y la producción por medio tan solo de la observación. Los seguidores de Chomsky sostienen que, como aprendemos el lenguaje sin una enseñanza explícita, nuestros cerebros han de tener preestablecido el aprender la sintaxis gracias a la cual extraemos reglas para la combinación de las palabras que oímos.

Otra prueba que respalda el argumento anterior son las sorprendentes semejanzas entre todas las lenguas del mundo. Todas tienen la misma gramática básica. Hay también una notable coincidencia en las edades a las que los niños adquieren el lenguaje y aprenden las palabras y la gramática.

Algunos lingüistas, sin embargo, resaltan la gran capacidad de aprendizaje de los seres humanos. Sostienen la teoría de que existe un proceso de adquisición del lenguaje, sin facultades innatas. Quizá los niños puedan detectar pautas en el habla comparando

muchas frases oídas y abstraen las reglas gramaticales. O tal vez nuestra inteligencia general nos permita almacenar todas nuestras experiencias lingüísticas en la memoria a largo plazo y agrupar las experiencias nuevas con las viejas.

Jenny Saffran y otros investigadores de la Universidad de Rochester han publicado un estudio donde se pone de manifiesto que la capacidad de aprender de los niños pequeños es mucho mayor incluso de lo esperado. Oyendo durante solo dos minutos una serie de sílabas sin sentido (por ejemplo «bidacupado»), unos niños de ocho meses fueron capaces de usar unas estadísticas simples para encontrar las separaciones de las palabras en el habla conexas. Podían distinguir si habían oído antes esos fonemas ligados en ese orden en concreto o si la serie o «palabra» era nueva. Esos niños de ocho meses pudieron también detectar patrones determinados en los sonidos del lenguaje habiendo oído solo, como ya se ha indicado, una muestra de dos minutos de lenguaje conexo. Por ejemplo, en la locución de cuatro sílabas «pretty baby», tras el primer sonido, «pre», viene el sonido «y»; en este ejercicio «ba» también aparece después la «y». El sonido «y» indica a menudo en inglés el final de una palabra. El patrón «y-ba» es menos común. Los niños fueron capaces de valerse únicamente de esta información estadística para aprender dónde acaba una palabra y empieza otra. En la vida real, los niños pueden utilizar también otras indicaciones para decir qué es una palabra y qué no, como las pausas y los cambios de tonalidad, énfasis y ritmo.

Los investigadores sostienen que los niños pueden entresacar las palabras, lo que no es poco sorprendente, pensando como pequeños estadísticos, y detectar rápidamente patrones en los sonidos del lenguaje. Tan vigorosas «habilidades de cómputo», dicen, pueden explicar cómo unos seres humanos tan jóvenes aprenden tanto sobre su mundo. Dos psicólogos de la Universidad de California en San Diego, defienden que el estudio de Rochester es un importante nuevo argumento a favor del lado del «aprendizaje» en el largo debate académico acerca de si el lenguaje es innato o aprendido.

Richard Asfin, de la Universidad de Rochester, resaltaba la importancia de esos resultados: «Durante muchos años, se ha creído que, como los niños aprenden el lenguaje tan deprisa, la adquisición de este tenía que incluir un fuerte componente innato. Nadie creía que los niños pequeños pudiesen aprender tan rápidamente. Ahora tenemos pruebas de que meses antes de que los niños aprendan a producir palabras, pueden aprender muy deprisa qué sonidos es probable que se junten para formar palabras».

Un estudio de la Universidad de Johns Hopkins mostraba que los niños recuerdan palabras, complicadas incluso, que se presentan con frecuencia en el lenguaje, requisito previo importante para el aprendizaje del mismo. A unos niños de ocho meses se les pasaron unas cintas que tenían grabadas unas historias infantiles donde oían palabras como «pecarí» y «pitón» una vez al día durante diez días. Dos semanas después, se les repitieron treinta y seis palabras que aparecían con frecuencia en las historias en forma de lista. Los niños reconocieron las palabras pese a que sonaban de manera diferente en la lista que en las historias.

Tengan los cerebros conexiones prefijadas relacionadas con el lenguaje o no, las edades a las que se va produciendo el desarrollo del lenguaje de los niños son increíblemente coincidentes en todas las culturas, y ese es el indicio más sólido que tenemos de que en todos los cerebros humanos hay desde el nacimiento algún tipo de dispositivo de adquisición del lenguaje o una capacidad innata para aprenderlo.

El proceso empieza realmente antes del nacimiento, cuando se generan conexiones neuronales a partir de las conversaciones que oye el feto en el seno materno. Aunque el sonido queda amortiguado por el útero y los latidos del corazón de la madre, y solo se reciben las frecuencias bajas, los recién nacidos poseen la suficiente información auditiva como para oír hablar en su propia lengua: un niño ruso de cuatro días mamará con más

fuerza cuando oye ruso que cuando oye portugués. Los niños responden además a la voz de la madre; casi inmediatamente después del parto orientan hacia ella más que hacia las de los demás.

Puede, en efecto, que los seres humanos hayan evolucionado de forma que se garantice el aprendizaje del lenguaje por los niños y el vínculo emocional entre padres e hijos. Las investigaciones muestran que el 80% de las madres acunan a sus hijos con el brazo izquierdo, sean zurdas o diestras. Puede que sea una característica evolutiva gracias a la cual el sonido entra en el oído izquierdo del niño, con lo cual lo procesará el hemisferio derecho del cerebro, que es el centro de la parte emocional del lenguaje. Las primeras comunicaciones quizá sean pura emoción, sin un significado literal: el hemisferio derecho, que se desarrolla antes, es más fuerte en la interpretación de los sonidos melódicos del habla infantil que los padres usan cuando cogen en sus brazos a un recién nacido. Si se sostiene al niño con el brazo izquierdo, los hemisferios derechos de la madre y del hijo estarán en contacto. Por lo tanto, acunar con el brazo izquierdo al niño activa, estimula y alimenta su hemisferio derecho a la vez que ofrece una retroalimentación emocional con el hemisferio derecho de la madre. Esa comunicación entre derecha y derecha crea el nexo emocional y garantiza la importancia de los intercambios, primero no verbales, luego verbales, en la vinculación afectiva.

Tiene su interés que la música se reconozca con unos circuitos cerebrales similares a los que reconocen el lenguaje, y que los centros de la música, como los del lenguaje, estén repartidos por todo el cerebro. No obstante, los estudios han revelado que, si bien el hemisferio izquierdo contiene por lo general la mayor parte de las áreas especializadas del lenguaje, la mayoría de las áreas musicales especializadas están en el hemisferio derecho. Algunos científicos postulan que es así porque buena parte de lo que determina que ese sonido que llega se considere música guarda relación con el contenido emocional del sonido.

El plazo exacto en que un niño pasa de llorar a narrar elaborados cuentos de dragones y princesas variará, pero la progresión se produce siempre en el mismo orden, y por lo usual cada paso se da cerca de una edad determinada. En los dos primeros meses de su vida los niños solo lloran y gruñen; en el tercero empiezan a arrullar y a reír, al descender la laringe por la garganta y abrir la cavidad que hay detrás de la lengua y darle los movimientos hacia delante y atrás necesarios para producir los sonidos de las vocales. Del quinto al séptimo mes juegan con los sonidos de las consonantes y las vocales, y pronto balbucean sílabas. Balbucear les ayuda a afinar sus cerebros, dirigiéndolos hacia la producción de los sonidos que necesitan para hablar, y a aprender cómo se mueven los músculos, la lengua y el aparato fonador sin esfuerzo para formar los sonidos como es debido. (Los niños pequeños que tienen problemas mecánicos con el aparato fonador se retrasan luego en el habla y el lenguaje.) Para cuando tienen seis meses agrupan fonemas en toda clase de combinaciones, y a los diez meses agrupan los fonemas en sílabas que solo corresponden al lenguaje de su entorno.

Al año o año y medio los niños empiezan a usar palabras y formar frases breves, pero estas no tienen sentido gramatical hasta los dos o tres años. De ordinario, la mitad de las primeras palabras son nombres de objetos, las partes del cuerpo, por ejemplo, y el resto de acciones y modificadores como «caliente» o «sucio». En su tercer año de vida los niños van progresivamente aumentando la longitud de las frases y la complejidad de la sintaxis añadiendo terminaciones de palabras que representan el pasado, el presente, el futuro, el singular y el plural.

A lo largo de este proceso los niños van entendiendo la sintaxis incluso aunque no puedan hablar correctamente. Para cuando empiezan a juntar las palabras ya han aprendido, por medio de la observación, las peculiaridades de su lengua materna y, por lo

tanto, les costará aprender las particularidades de otros idiomas. Los niños ingleses aprenden los verbos irregulares de su lengua rápidamente y sin esfuerzo, mientras que a los alemanes y los franceses que aprendan inglés más tarde les costará más trabajo. A la inversa, los chicos alemanes y franceses casi nunca tienen problemas con el constante cambio de género de los nombres, mientras que quienes aprenden tarde esos idiomas lo encuentran siempre confuso.

Los niños que aprenden los lenguajes por signos que hay en todas las comunidades de mudos del mundo siguen una progresión parecida. Los plazos del desarrollo del lenguaje por signos en los niños sordos son aproximadamente iguales y, de nuevo, coinciden en las distintas culturas. Cuando están expuestos al lenguaje por signos de los padres balbucean con las manos, aprenden palabras y empiezan a combinarlas de igual forma que los niños que oyen, y a las mismas edades. La conclusión es que existe alguna capacidad cerebral innata para el lenguaje que va más allá de la que se encarga del habla. Los niños, aunque crezcan en entornos distintos, tienden incluso a cometer los mismos errores en las mismas etapas de desarrollo. En todas las lenguas, por ejemplo, a los niños les cuesta formar los pasados de los verbos o los nombres en plural a más o menos la misma edad (en inglés añaden «ed» a cualquier pasado, así *hold* y *holded*, en vez de *held*, y «s» a todo plural, como en *tooth* y *tooths*, en lugar de *teeth*).

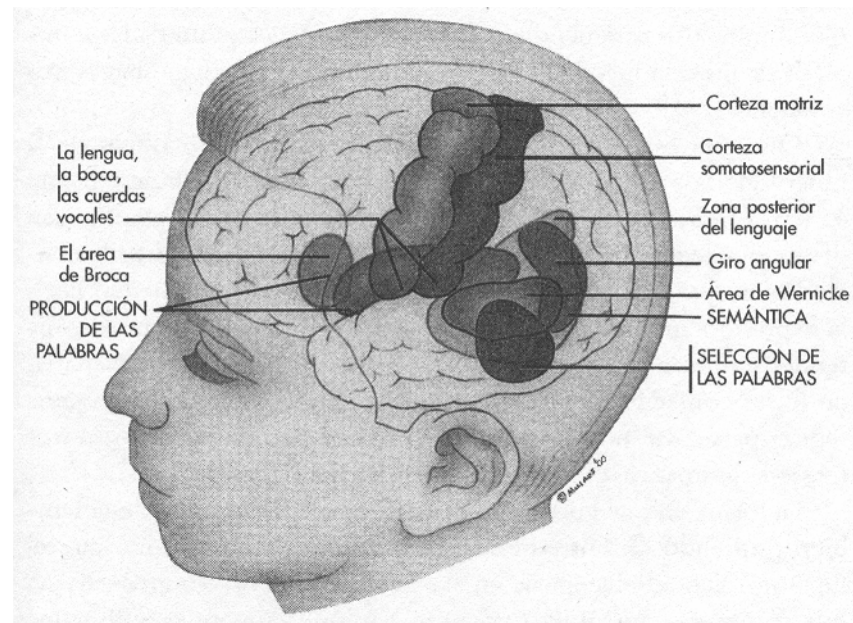
TODO ESTÁ EN LA CABEZA, PERO ¿DÓNDE?

Desde la década de 1860 se ha aceptado que el lenguaje normalmente adquirido descansa en la región que rodea un largo surco en cada hemisferio de la corteza, la cisura de Silvio, una brecha profunda que separa los lóbulos temporales de los frontales y parietales del cerebro, empezando desde detrás del oído. Diferentes funciones del lenguaje, afirma la teoría, se basan en partes distintas de esas regiones. Al intentar precisar cuáles son, los científicos elaboraron un hermoso y ordenado cuadro donde el área de Broca, en el lóbulo frontal de los hemisferios, albergaba la producción del lenguaje, el área de Wernicke en el lóbulo temporal posterior izquierdo albergaba la comprensión del lenguaje y un haz de fibras nerviosas conectoras unían la una con la otra.

No obstante, ahora estamos viendo que este modelo no es preciso. Ni la naturaleza ni el cerebro encajan siempre en compartimientos bien separados. Por ejemplo, recientes estudios de IRM y TEP, y unos ensayos clínicos muy específicos de las facultades y deficiencias lingüísticas muestran que la capacidad de mover la cara y la lengua en el orden necesario para producir sonidos del habla como «da» y «ta», y la capacidad de escuchar y decodificar los mismos sonidos están en el área de Broca del cerebro. Esto indica que la producción y la comprensión del habla no son sistemas independientes. Una gran cantidad de estudios ofrecen indicios de que hay «neuronas espejo» en el cerebro, que se disparan cuando arrojamus una pelota y cuando la cogemos. Las mismas neuronas valen para hablar y para oír las mismas palabras.

Por desgracia, no hemos podido todavía pergeñar un nuevo modelo cerebral del lenguaje. No obstante, las investigaciones indican que las funciones del lenguaje están más repartidas de lo que antes se creía, y que algunas de ellas están notablemente especializadas. Los investigadores han precisado sitios de la corteza que controlan aspectos del lenguaje tan específicos como las denominaciones de los seres vivos, las piedras preciosas o los tejidos. Hasta hay centros diferentes para los verbos regulares e irregulares. Lo frustrante es que estas áreas no son las mismas para todos, así que no podemos dibujar un mapa general del cerebro donde estén localizadas todas las funciones cerebrales o concluir que si una región concreta está dañada causará por

necesidad una deficiencia determinada. Más aún: pacientes con lesiones en las mismas áreas generales pueden presentar diferentes tipos de minusvalías, y pacientes con las mismas minusvalías pueden padecer lesiones en áreas diferentes.



EL CEREBRO LINGÜÍSTICO. El lenguaje es la elaboración ulterior de ciertos sonidos que se usan para la comunicación; para pensar se emplean imágenes mentales de los sonidos. Los sonidos están atrapados en la parte posterior del cerebro, cerca de la corteza auditiva primaria. El área frontal del habla capta esos sonidos y los articula en el habla audible o silenciosa.

Si las funciones lingüísticas específicas están localizadas en áreas diferenciadas, queremos saber cómo forman una unidad. Podría ser que las funciones se agrupen en la comprensión del lenguaje, en el habla y en la escritura. O quizá se agrupen según las partes del lenguaje, el significado y el contexto. El psicólogo Alfonso Caramazza, de la Universidad de Harvard, piensa que existen sistemas cerebrales independientes para la gramática, el significado y la forma de las palabras, cada uno con sus propios mecanismos neuronales y sus propias minusvalías independientes. Dentro de esas tres unidades complejas de procesamiento, la función lingüística se divide en tareas más concretas.

Que esta es la organización básica se confirma a través de la observación de muchos pacientes con minusvalías específicas. Cuando a ciertos individuos con lesiones cerebrales se le muestra la imagen de un muñeco de nieve, por ejemplo, pueden describir adecuadamente el concepto (frío, hombre, lo hacen niños), pero no pueden decir la expresión auténtica, «muñeco de nieve». Otra persona puede entender y utilizar un número normal de palabras, pero no hilvanarlas en frases con sentido. Si las lesiones cerebrales se restringen a una región particular, puede que afecten solo a uno de los tres sistemas (el de la gramática, el significado o la forma de las palabras).

La forma en que colaboran las funciones del lenguaje se está también poniendo en entredicho. Hace mucho que se piensa que el funcionamiento del lenguaje en el cerebro es un proceso gradual: para que se nombre un objeto primero hay que emparejarlo con una representación interna de dicho objeto (un recuerdo), y a continuación esta representación debe ser recodificada como una palabra para ser expresada. Sin embargo, algunos individuos pueden nombrar un objeto incluso después de haber perdido toda comprensión de su significado. Quienes padecen ciertos tipos de agnosia (literalmente,

«no saber») pueden nombrar correctamente el objeto «muñeca», pero no tienen ni idea de qué es. Esto muestra que un concepto no tiene que ser decodificado antes de viajar a un centro de formación de palabras y producción del habla. En cambio, debe haber una conexión directa entre la percepción de un objeto o una palabra impresa y una producción oral que elude todo sistema de significado.

Los estudios con electroencefalógrafos muestran qué neuronas llegan realmente a estar activas durante esas etapas denominadoras. Cuando usted mira un gato y se le indica que lo identifique, muchos pequeños sitios de los lóbulos temporal y frontal se activan al mismo tiempo y permanecen activos hasta que usted dice la palabra gato. En vez de un proceso «paso a paso», donde una parte del cerebro realiza una tarea lingüística concreta y luego la expide a otra área para que realice otra nueva, hay una activación en paralelo de muchas pequeñas áreas diseminadas por la corteza. Incluso pensar en la palabra gato (nombrar en silencio) activa las áreas motrices del habla. Todas estas partes se activan porque, al igual que las representaciones visuales del cerebro, las palabras están todas fragmentadas y diseminadas; el sonido está en un área, el significado en otra.

Es importante recordar que los módulos de procesamiento del lenguaje del cerebro no están fijos en un sitio. Los neurocientíficos han hallado indicios de que la facilidad o dificultad de una persona con el lenguaje puede derivar, en parte, de la combinación de las regiones cerebrales usadas para procesarlo. Más aún, el mapa lingüístico del cerebro puede cambiar a medida que se va volviendo «más listo». Cuando algún día los neurocientíficos comprendan estos procesos, quizá creen métodos nuevos de aprendizaje que superen las deficiencias del lenguaje o mejoren la habilidad con que cualquiera emplee y entienda el lenguaje. Que el mapa coincida en líneas generales en todas las personas y sin embargo pueda cambiar, hace que las investigaciones sean difíciles y los resultados fascinantes.

No obstante, parece bien raro que el lenguaje esté organizado a piezas. ¿Por qué han de almacenarse los seres vivos, las piedras preciosas y los tejidos en distintos sitios del cerebro? Una razón podría ser que nuestros sondeos han sido hasta ahora limitados y no hemos encontrado conexiones lógicas más amplias. Cabe recordar además que las dificultades con los nombres responden a muchas causas posibles de fondo, como una lesión de un sistema de conocimiento semántico o un error en la recuperación de las palabras o en la producción del habla. Cada una de estas tareas puede estar controlada por una región distinta del cerebro, en cuyo caso toda la información relacionada con la palabra tostadora no se guardaría en un solo punto preciso. Cada modalidad de sentido podría almacenar algunos datos sobre la tostadora: su tamaño, su brillante color plateado, el «ding» que hace cuando la tostada salta. Pudiera ser que cada palabra se situase en cualquier lugar de la región izquierda de Silvio mientras esté conectada con partes del cerebro que almacenen formas, aspectos, usos y sintaxis.

LA AYUDA DEL MOVIMIENTO Y DE LA EMOCIÓN

Las muchas pequeñas áreas que se aglomeran alrededor de la cisura de Silvio no son las únicas regiones del cerebro que participan en el lenguaje. Ciertas regiones, por ejemplo, hacen posible la constante interacción de movimientos y emociones en las conversaciones cotidianas, pues los patrones de nuestros movimientos musculares nos ayudan a codificar ciertas palabras. Recurrimos a menudo a los gestos de las manos cuando explicamos una idea; cuando usted estira el brazo, señala a una persona y dobla el dedo índice hacia usted, esa persona sabe que usted quiere que se le acerque. También movemos los labios como para pronunciar las palabras cuando aprendemos a

leer o cuando tropezamos con un pasaje especialmente difícil. A los niños disléxicos se les suele enseñar a mover en silencio los labios cuando leen porque el movimiento físico ayuda a fraguar lo aprendido. Gesticular y hablar son dos acciones estrechamente ligadas; se adquieren a la vez en la niñez y padecen juntas en la afasia.

Que hay un nexo entre el habla y el movimiento está claro en los niños pequeños. Mucho antes de que empiecen a hablar son ya diestros en el uso del contacto visual, de las expresiones faciales y de la gesticulación para comunicarse. Los niños, incluso en la etapa de su desarrollo lingüístico en que usan solo palabras sueltas, gesticulan de manera espontánea mientras hablan, igual que los adultos. El estudio de los afásicos muestra que la información verbal recibida sin un contexto visual se percibe de forma diferente que la misma información con un contexto visual.

Las combinaciones de gestos y habla emiten un mensaje coherente al oyente pese a que sean dos modalidades distintas de expresión. Esta coherencia es posible porque antes de que tenga lugar la comunicación, gestos y habla son parte de una sola idea. A medida que se va produciendo la expresión, el mensaje se reparte y la mayor parte de la información se manda al habla, pero alguna va a la gesticulación. Como ocurre siempre que dos sistemas actúan juntos, a veces hay discordancias. La observación de las combinaciones en que gesto y habla transmiten informaciones diferentes quizá pueda ser una útil herramienta clínica para distinguir, a una edad bastante temprana, a los niños que tendrán problemas con el dominio del lenguaje hablado si no se interviene.

El papel crucial de la función motriz en el habla se observa de forma espectacular en los niños sordos. Los investigadores de la Universidad de Chicago estudiaron a cuatro niños sordos estadounidenses entre los que no había ninguna relación y a otros cuatro de Taiwán. A ninguno se le había formado en un lenguaje por signos estándar, pero todos fueron capaces de desarrollar su propia forma de comunicación con sus padres y de formar oraciones complejas con sus gestos. Los investigadores vieron que los niños hacían uso de más de diez mil gestos diferentes. Es notable que los sistemas de gestos, en vez de parecerse a los asociados al inglés o al chino mandarín, eran semejantes entre sí.

El área motriz suplementaria, una región del lóbulo frontal, es responsable de que se pongan en marcha y se planifiquen movimientos complejos, y es crucial para el lenguaje. Está claro que las secuencias complejas de movimientos del rostro, la lengua y la laringe requieren que se seleccionen movimientos muy precisos; la estimulación de algunas partes de esta área motriz bloquea la capacidad de hablar. En la Universidad de Minnesota se expusieron quince regiones cerebrales distintas de seis epilépticos adultos a la estimulación magnética transcraneal. Cuando los campos magnéticos incidían en el área frontal izquierda del habla que forma parte del área motriz suplementaria, los pacientes, de pronto, no podían hablar.

El área motriz quizá hasta ayude a hablar cuando las áreas del lenguaje están en dificultades. Un paciente trilingüe -hablaba persa, inglés y francés- quien estaba sometido a observación en la Johns Hopkins antes de ser intervenido en el cerebro porque parecía una epilepsia severa, no podía nombrar correctamente (en ningún idioma) los objetos cuyas imágenes se le mostraban cuando se le aplicaba una pequeña corriente eléctrica en el área occipitotemporal lateral izquierda, detrás de su oído izquierdo. Podía, en cambio, repetir las palabras que se le decían. El área motriz suplementaria se activa también cuando hemos de recordar una palabra sin la indicación externa de un objeto o de una imagen. Cuando recordamos los meses del año, por ejemplo, las áreas motrices se activan.

Unas pruebas hechas con IRM en Yale aportaron nuevas evidencias de que el papel del área motriz es crucial; en ellas se vio que cuando los lectores disléxicos pasan un test

de fonemas se les activaba el área de Broca, encargada de la parte motriz del lenguaje hablado, cosa que no les pasaba a los lectores normales. Sally Shaywitz, codirectora del Centro para el Estudio del Aprendizaje y la Atención de Yale, sostiene que los disléxicos usan la región motriz del habla para compensar los déficit de la región que se encarga de entenderla. Varios estudios han ligado la producción del lenguaje a complejas destrezas motrices, lo que indica que las dos funciones comparten redes neuronales.

Doreen Kimura y Catherine Mateer, de la Universidad del Oeste de Ontario, observaron que la afasia suele ir acompañada de dificultades en las secuencias de movimientos complicadas (apraxia); por ejemplo, el paciente es incapaz de enseñar cómo se usa un martillo para clavar un clavo cuando se le pide que lo haga verbalmente, pero sí puede hacerlo cuando se le presenta el martillo de verdad; esto indica una desconexión entre el lenguaje y los movimientos aprendidos. Puede ser que la capacidad de secuenciar en relación con órdenes verbales -la verdadera fuente del lenguaje y de todo lo que es único en nuestra inteligencia- sea lo que está realmente dañado en estos casos. El movimiento en sí y de por sí no está dañado en los pacientes de apraxia, pues todavía pueden realizar cada movimiento por separado, y tampoco han perdido la capacidad de comprensión de las palabras. Pero parece que la lesión sí perjudica a su capacidad de secuenciar partes sueltas para producir cadenas más complejas de movimientos. Muchos pacientes con apraxia pueden poner una llave en una cerradura, darle vueltas y tirar hacia fuera de ella, pero no vincular estas tres acciones para abrir de verdad la puerta. Existe, además, una dolencia emparentada con esta alteración: la apraxia del habla. Las investigaciones de Nina Dronkers en Berkeley sugieren que la ínsula, un área que está debajo de los lóbulos frontal y temporal, pudiera ser el lugar de secuenciación común que liga lenguaje y movimiento. Estudió a pacientes con lesiones en una región diferenciada del giro precentral izquierdo de la ínsula; podían percibir los sonidos verbales, pero no hilvanar los movimientos del habla para formar palabras.

La aplicación principal de esta vía de estudio es que si la raíz del lenguaje humano está en un área secuenciadora, quizá podríamos potenciar nuestras habilidades lingüísticas practicando otras actividades secuenciales, como la música, el baile, imaginar objetos con muchas partes y el razonamiento lógico pasó a paso. Estudios recientes ponen en duda la eficacia del adiestramiento de la integración sensorial y perceptivo-motriz para la mejora de las capacidades lingüísticas. No obstante, abundan los programas de mejora de las habilidades motrices que se centran en grupos que tienen problemas de lenguaje, y quienes participan en ellos y sus padres los tienen en gran estima. En un estudio de niños que empezaban la primaria, un grupo siguió el método Kodaly, que se vale de canciones folclóricas y resalta los elementos melódicos y rítmicos. El grupo obtuvo unas puntuaciones claramente mejores en lectura que un grupo de control que no siguió dicho método. Además, tras un año adicional de formación con el Kodaly, el grupo experimental seguía siendo superior al de control. La mejora parece que se debe a que la música facilita la fase fonémica (la «conversión» de la lectura en sonido) del aprender a leer.

Aunque hay que forzar más las cosas, puede que lo inverso sea también verdad: fortalecer nuestras capacidades de aprendizaje leyendo y escribiendo mucho podría ser muy beneficioso para nuestra capacidad general de secuenciar conceptos e incluso para dominar los movimientos físicos de la danza. Como se señaló en el capítulo 4, los atletas que visualizan su actuación de antemano dicen que el ejercicio mental los ayuda a rendir más físicamente.

Los circuitos emocionales del cerebro podrían ayudar también al lenguaje. El lenguaje humano no solo nos permite entender y transmitir los significados literales de las palabras, sino emociones intensas, desde un comentario amargo hasta una exclamación

gozosa. Parece que el lenguaje emocional es un sistema independiente situado fuera de la región de Silvio. Algunos investigadores han ligado la emoción en el lenguaje a un área definida del cerebro, en el giro cingulado del sistema límbico, encima, justo encima del corpus callosum. Muchas víctimas de accidentes vasculares en la región izquierda de Silvio perdieron casi todas sus facultades lingüísticas, pero retuvieron el habla emocional. No pueden hablar en absoluto, pero sí proferir tacos. En Holanda, un paciente que padecía un trauma y se encontraba en un estado vegetativo persistente, mostraba un flujo de sangre incrementado en el cingulado anterior y en las cortezas temporal media derecha y premotriz derecha cuando los médicos le hacían oír una cinta en la que su madre contaba una historia. Cuando se le presentaban sonidos que no eran palabras, su flujo sanguíneo no experimentaba cambios. Puede que las viejas estructuras emocionales del giro cingulado sean nuestras conexiones primarias con las vocalizaciones de los primates. Nuestros llorar, reír y gritar emplean la misma estructura cerebral, el cingulado, que la llamada de aviso de los monos cuando divisan un depredador.

La parte emocional del lenguaje, o prosodia emocional, proporciona la melodía del habla, las variaciones del énfasis, el tono y el ritmo, así como las indicaciones de dónde empiezan y acaban las frases. La investigación señala que la facultad de comprender los aspectos emocionales del lenguaje o de hablar con sentimiento puede quedar dañada sin que ello afecte a la comprensión del significado literal de las palabras.

LA IZQUIERDA ES LA DERECHA PARA LA MAYORÍA

La manera en que los dos hemisferios del cerebro se coordinan son un claro indicio de cómo colaboran los especialistas cerebrales. Incluso aunque la investigación muestra con nitidez que el hemisferio izquierdo casi siempre «manda», hay funciones lingüísticas en ambos. No obstante, no se conoce a la perfección el grado de asimetría; tampoco el papel del hemisferio derecho. Solo los seres humanos tienen cerebros en los que los dos hemisferios difieran de manera considerable en sus funciones y estructura, y el lenguaje es nuestra función más lateralizada.

El lenguaje reside en su mayor parte en el hemisferio izquierdo en un 90% de la población. Alrededor de un 5 % tiene las áreas principales del lenguaje en el hemisferio derecho, y otro 5% reparte el lenguaje a partes bastante iguales entre los dos. Esta distribución indica que ha de haber una inclinación genética hacia el dominio del hemisferio izquierdo, pero que el derecho dispone también de los mecanismos neuronales necesarios para encargarse del lenguaje normal.

Durante casi ciento cincuenta años, desde que se describieron las afasias de Broca y Wernicke, se ha adscrito el lenguaje al hemisferio izquierdo. Las víctimas de accidentes vasculares cerebrales son la principal fuente de pruebas en este sentido. Cuando dichos accidentes afectan al hemisferio derecho el lenguaje suele permanecer intacto, pero si es el izquierdo el lesionado causan con frecuencia dificultades o pérdidas de lenguaje. Vale para todas las formas del lenguaje, del lenguaje por signos a los pictogramas orientales.

Otras pruebas proceden de los estudios neurológicos en que un hemisferio queda paralizado temporalmente. Cuando se inyecta amital sódico en la arteria carótida, en un lado o en el otro, el hemisferio de ese lado se duerme. Es el «test de Wada». Una persona que tenga el hemisferio derecho paralizado podrá todavía hablar; una a la que se le paralice el izquierdo no podrá, por lo general.

Si quiere verificar la lateralización en usted mismo, haga esta prueba: recite unos versos a la vez que da golpes con un dedo en la mesa. Es bastante más difícil golpear con un dedo de la mano derecha que con uno de la izquierda porque el movimiento de aquel está controlado por el hemisferio izquierdo y compite por las neuronas con las áreas

del lenguaje que hay allí. El cerebro no es ilimitado. Si ve usted que le es más difícil con un dedo de la mano izquierda, quizá sea uno de los pocos cuyo lenguaje está regido por el hemisferio derecho. Si puede golpear igual de bien con los dedos de ambas manos, ¡puede que sea lingüísticamente ambidextro!

Pese a la asimetría del lenguaje, que haya más conexiones entre los hemisferios debido al corpus callosum puede derivar en unas funciones lingüísticas mejoradas. Las mujeres tienen más conexiones que los hombres y su cociente de inteligencia verbal es mayor. Durante los tests fonémicos, los varones activan solo el hemisferio izquierdo y las mujeres los dos. Por eso es menos probable que tras un accidente en el hemisferio izquierdo las mujeres sufran un deterioro severo de las capacidades lingüísticas; por eso también compensan la dislexia con mayor frecuencia que los hombres.

Las deficiencias lingüísticas, como el tartamudeo, por ejemplo, son más comunes en la minoría cuyas áreas de lenguaje están repartidas más equitativamente entre los hemisferios; quizá sea un indicio de dificultades de coordinación. También en los disléxicos hay menos diferencias en el tamaño de las áreas del lenguaje de los hemisferios izquierdo y derecho. Sucede lo mismo con los zurdos, lo que sorprende, pues la mayoría cree que en los zurdos domina el lado derecho del cerebro; en cambio, solo es así en el 20% de ellos. Simultáneamente, se observa una incidencia superior de las deficiencias del lenguaje, del tartamudeo y de la dislexia entre los zurdos.

Por lo general uno de los hemisferios aborda la mayoría de las funciones lingüísticas, pero aun así el hemisferio menos dominante controla facultades cruciales. En la mayoría de los casos, el hemisferio derecho controla las funciones que están justo un paso más allá de las funciones esenciales que relacionan el símbolo de la palabra con el significado. El hemisferio derecho, el principal para la mayoría de las emociones, determina el estado emocional de los hablantes por su tono, y se encarga además de que entendamos las metáforas y lo humorístico. El hemisferio derecho aprecia la situación en su totalidad y puede ver, por tanto, cuándo se pasa de un conjunto de significados a otros, lo que es la clave casi siempre del humor. Tras un accidente vascular en el hemisferio derecho los pacientes pueden todavía comunicarse bastante bien, pero a menudo pierden prosodia y solo pueden interpretar el lenguaje literalmente. Les cuesta utilizar y entender las figuras del lenguaje, los tonos de voz, el humor y la expresión de sentimientos. Estudios recientes indican que quizá sea más activo de lo que se pensaba en el funcionamiento del lenguaje normal el hemisferio menos dominante. Por ejemplo, el hemisferio derecho se activa no solo en la prosodia, sino también cuando una frase tiene una estructura compleja; parece, pues, que proporciona un respaldo extra en las situaciones difíciles. La comprensión del lenguaje por signos aumenta la actividad en partes tanto del hemisferio izquierdo como del derecho.

Estos estudios muestran también en qué medida el cerebro está especializado. Las regiones de la mitad izquierda de este órgano controlan las expresiones faciales según su contenido lingüístico: «¡Qué bien se te ve!» tiene un significado distinto cuando el que lo dice sonríe que cuando frunce el ceño. La mitad derecha del cerebro, por el contrario, activa esos mismos músculos faciales con que se sonríe o se frunce el ceño para responder a haber oído «¡Qué bien se te ve!». Lo más notable es que esos diferentes aspectos del procesamiento del lenguaje casan entre sí sin costuras para proporcionarnos nuestra facultad de entender mensajes. El cerebro puede coordinar la acción de sus muchos circuitos de procesamiento para producir una reacción integrada a los estímulos.

La neurobiología del lenguaje por signos nos hace conocer mejor cómo se organiza el lenguaje en el cerebro. Es mucho más probable que los individuos que dependen del lenguaje por signos sufran daños en el hemisferio izquierdo. Resulta paradójico: cabría pensar que el lenguaje por signos, que es visual y espacial, debería procesarse en el

hemisferio derecho, donde se produce el análisis visual-espacial; en cambio, es el izquierdo el dominante en este tipo de lenguaje. Esto se ha observado en veintitrés pacientes con lesiones cerebrales del Instituto Salk de Estudios Biológicos de La Jolla, California. Estos resultados corroboran la idea de que el hemisferio izquierdo está especializado en el lenguaje y no se limita a utilizar una función sensorial o motriz más general.

Los estudios con TEP de sordos que practican el lenguaje por signos muestran que el habla interior, el hablarse a uno mismo, se produce en la corteza inferior izquierda, como la audición de quienes pueden oír, lo que confirma que el lenguaje, incluido el de signos, está localizado en el hemisferio izquierdo. Da además a entender que el lenguaje por signos interior está controlado por las mismas regiones que controlan el habla interior, incluso aunque parezca que necesita de representaciones interiores de los movimientos de las manos y brazos, que por lo normal están bajo el control de las áreas visoespaciales del hemisferio derecho. No obstante, la comprensión de los signos externos aumenta la actividad en partes tanto del hemisferio izquierdo como del derecho, con lo que este vuelve a entrar en juego para la evaluación de las relaciones visoespaciales. Estos hallazgos, más los estudios de las lesiones cerebrales de personas que practicaban el lenguaje por signos, indican que el papel del hemisferio izquierdo proporcionan las propiedades de orden superior del lenguaje.

Incluso aunque el hemisferio derecho tenga por lo común un papel auxiliar en la función lingüística, puede hacerse cargo de ella si en las primeras etapas de la vida hay problemas en el hemisferio izquierdo. Existe una rara malformación congénita, el síndrome de Sturge-Weber, que obliga a extirpar a los niños que la padecen un hemisferio para que sobrevivan. Bruno Kohn y Maureen Dennis, de la Universidad de Nueva York, hicieron pruebas a un grupo de esos niños años después, a los diez, para ver cómo se les había desarrollado el lenguaje. Los niños a los que se les había quitado el hemisferio izquierdo tenían una función lingüística adecuada, pero mostraban más problemas cuando tenían que usar una gramática compleja y el futuro de los verbos que los niños que se habían quedado sin el hemisferio derecho. Sus cocientes de inteligencia en relación a esos aspectos eran menores; por lo demás eran muy parecidos. Estas pruebas pusieron de manifiesto que una genética prefija la función lingüística en el hemisferio izquierdo, pero que el derecho es un buen suplente si el cerebro se altera a edades tempranas.

PLASTICIDAD

El impacto moderado que tiene en el lenguaje que se le extirpe a un niño pequeño el hemisferio izquierdo hace que sea improbable que el funcionamiento del lenguaje requiera un tejido neuronal especial. La misma consecuencia puede sacarse de la reeducación de los afásicos; en algunos, el hemisferio derecho se activa durante el nuevo aprendizaje y la función lingüística se queda allí, mientras que en otros el lenguaje vuelve al izquierdo después de que el aprendizaje haya tenido lugar en el derecho. Está claro que la plasticidad neuronal permite que se establezcan nuevas conexiones neuronales tras la lesión y posibilita cierta recuperación. Parece probable, pues, que la plasticidad sea también la razón de la gran variabilidad que hay entre los individuos por lo que respecta a la localización de las funciones cerebrales.

Las áreas de lenguaje del cerebro han de poder adaptarse a las señales que se reciban del entorno para que un niño pequeño domine los fonemas y palabras de su lengua materna. Las áreas del lenguaje del cerebro fetal aceptan todos los fonemas, pero hacia el sexto mes en el seno materno el feto empieza ya a agrupar los sonidos en los

fonemas que le oye a su madre. Como se ha mencionado ya antes, un niño de cuatro días mamará con más fuerza cuando oiga su lengua materna que cuando oiga otras. A una edad tan temprana como los seis meses, el cerebro pierde su sensibilidad a los fonemas que no sean parte del lenguaje que oye todos los días, porque este órgano, preprogramado para aceptar todos los tipos de fonemas, se especializa con las señales que recibe del entorno.

A medida que pasa el tiempo, la adaptabilidad decrece y las conexiones se vuelven permanentes; de ahí que una lesión masiva en el hemisferio izquierdo afecte a las personas de maneras tan distintas dependiendo de su edad. Un adulto al que haya que extirparle el hemisferio izquierdo perderá muchas facultades lingüísticas y su cerebro ya no podrá reorganizarlas porque los períodos críticos de sensibilidad a las señales del entorno han pasado ya.

Si las lesiones cerebrales se producen antes de los dos años, el cerebro podrá reorganizarse por completo y crear nuevas áreas lingüísticas en regiones diferentes. De los cuatro a los seis años hay menos plasticidad lingüística, y un accidente vascular o un traumatismo causarán un déficit del aprendizaje severo, si bien la mayor parte del lenguaje ya aprendido se conservará. Pasados los seis o siete años, la ventana se habrá cerrado en gran medida para la formación de conexiones lingüísticas y la pérdida del lenguaje puede ser permanente.

Que perdamos flexibilidad en la formación de nuevas conexiones del lenguaje a los siete años aproximadamente tiene unas consecuencias enormes para la educación. La investigación muestra que los segundos lenguajes aprendidos pasada esa edad se almacenan en sistemas neuronales distintos de los que guardan las lenguas maternas. Estos sistemas tienden a estar menos lateralizados y a mostrar un alto grado de variabilidad entre los individuos. Por el contrario, quienes son bilingües desde que nacen guardan ambos idiomas en la misma área. Esta información puede ayudar a los educadores a desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje del lenguaje y, asimismo, resulta útil a los neurocirujanos que, en las operaciones para extirpar un tumor, deben guiar con cuidado sus escalpelos alrededor de las áreas sensibles al lenguaje para no deteriorar la capacidad lingüística del paciente.

Puede que la plasticidad lingüística se pierda con el tiempo en parte porque hacen falta conexiones que acaben siendo permanentes para codificar un lenguaje determinado, lo que por definición limita la flexibilidad. Antes de los seis meses de edad, los niños de todas las nacionalidades pueden distinguir los sonidos utilizados en todas las lenguas del mundo, pero cuando se forman las categorías fonémicas sus cerebros se quedan con los que oyen; los que no oyen se pierden para siempre. Los niños más pequeños pueden percibir diferencias entre sonidos que los adultos perciben como idénticos. Cuando maduran empiezan a oír cada sonido como perteneciente a una categoría distinta, si bien hay una gama de sonidos graduales entre «pa» y «ba». Los seres humanos aprenden a tratar las diferencias entre cómo pronuncian los sonidos unos individuos y otros creando categorías amplias, de manera que «pa» viene a representar muchas longitudes de onda acústicas. Los japoneses, por ejemplo, usan un fonema entre la «r» y la «l» inglesas; los niños japoneses, pues, aprenden a ignorar las variaciones ligeras alrededor de esta longitud de onda. De mayores no distinguen entre la «r» y la «l» inglesas; ambos sonidos descansan en una sola categoría mental.

Como las señales del entorno cada vez tendrán menos efecto en la remodelación de las conexiones lingüísticas pasados los seis años de edad, aproximadamente, el niño debe experimentar el lenguaje antes de que llegue a adquirir un funcionamiento apropiado. Los niños maltratados que han crecido en un completo silencio -como Genie, la chica que conocimos en el capítulo 1, encerrada en su cuarto de Los Angeles hasta los

trece años- no se adaptarán nunca. Tras una larga rehabilitación Genie aprendió muchas palabras, pero nunca dominó la sintaxis. Parece que hacia los tres años se debilita esa capacidad -la capacidad de manejar, conectar y crear- y que para los seis se ha acabado el período crítico del aprendizaje de los sonidos apropiados y de la sintaxis.

Por desgracia, que esa ventana se cierre tan pronto crea un problema bastante común en los sordos. Si no se descubre que el niño es sordo y no se le expone al lenguaje por signos a una edad temprana, le será difícilísimo conseguir un dominio completo del mismo.

Un ejemplo clásico de la necesidad de recibir estímulos apropiados a una edad temprana para que el lenguaje se desarrolle por completo se dio en Nicaragua en 1985, cuando el nuevo gobierno pidió a Judy Shepard-Kegl, lingüista de la Universidad Rutgers, que les ayudase a desarrollar programas educativos para los niños sordos. Cuando llegó a Nicaragua, se encontró con que el país no tenía un lenguaje por signos propio. Antes de las reformas educativas del gobierno sandinista los niños sordos estaban aislados; había pocas escuelas, la verdad, hasta para los niños que oían. Shepard-Kegl llegó a una escuela de formación profesional de Managua donde había muchos sordos, entre ellos un grupo de chicas adolescentes que no habían estado expuestas nunca a ningún tipo de lenguaje por signos de pequeñas y que ahora asistían a clases impartidas por maestros que no tenían ningún conocimiento del lenguaje por signos. La gesticulación que habían desarrollado las chicas se basaba en las características físicas de los objetos y de las personas, en vez de en alguna fonología, y constituían un tipo de lenguaje, o de pidgin, bastante rudimentario. No obstante, había también un grupo de niños sordos más pequeños que habían crecido juntos y creado y desarrollado un lenguaje por signos mucho más rico, complejo y coherente.

LEER Y ESCRIBIR

El lenguaje oral existe desde hace decenas de miles de años. En cambio, la capacidad de representar los sonidos con símbolos escritos -la escritura y lectura gracias a la cual conservamos y transmitimos la información entre grupos y generaciones existe solo desde hace cinco mil años, y únicamente en el último siglo un porcentaje verdaderamente grande de poblaciones diversas ha podido leer y escribir. Parece lo más probable que los mecanismos neuronales que participan en la lectura y en la escritura no evolucionaron específicamente con esos propósitos, pero se están aplicando de manera secundaria mientras cumplen sus funciones primarias en la corteza. La evolución del cerebro se produce de la manera más económica posible: recluta una estructura que puede que evolucione con un propósito completamente diferente, y la aplica a otra función del todo distinta.

Todos los sistemas de escritura están compuestos por símbolos que designan fonemas, sílabas y palabras. Gracias a la invención del alfabeto vinculamos el lenguaje a los sonidos, pero la lectura y la escritura no son facultades naturales prefijadas en el cerebro, como sí parece ser el lenguaje oral. Hacen falta una amplia enseñanza y práctica extensas a lo largo de los años de escolarización para dominarlas.

La mayor parte de los indicios señalan que la lectura y la escritura son sistemas separados que están bajo el control de regiones del cerebro diferentes. Ciertos individuos que pueden identificar las letras, escribir y tener una comprensión y producción normales del habla no son capaces de leer se les enseñe como se les enseñe. Los déficit de lectura pueden ser muy específicos también; algunas víctimas de accidentes vasculares cerebrales pueden leer con normalidad salvo ciertos tipos de palabras, los adjetivos, los nombres, los verbos o las palabras abstractas, mientras que otras pierden solo la

capacidad de escribir. Esta es una indicación de que muchas pequeñas áreas diferenciadas participan, como pasa en el lenguaje oral.

Los estudios del cerebro consciente por medio de la estimulación eléctrica han servido para definir las áreas de lectura. Se solapan con los sitios de los nombres, pero no están siempre en la misma área, y las localizaciones exactas varían de un individuo a otro, tal y como pasa con los sitios de los nombres en el lenguaje oral. Otros tests muestran que quienes poseen un cociente intelectual verbal alto tienen los sitios de lectura en el giro temporal superior y los de los nombres en el giro temporal medio. Curiosamente, se da la pauta contraria en quienes tienen una capacidad verbal inferior. William Calvin, de la Universidad de Washington, propone una explicación: aprendemos los nombres antes de que aprendamos a leer. Si somos genéticamente menos eficientes en esa tarea, habremos de recurrir a la mayor área neuronal del giro temporal superior; entonces, cuando empezamos a aprender la compleja tarea de leer al comenzar a ir al colegio, el giro temporal superior está ya dedicado a albergar los sitios de los nombres, así que los de la lectura se forman en el giro temporal medio, menos adecuado.

Un modelo básico de los procesos de lectura nos puede dar una idea mejor de cómo se organiza esa función en el cerebro. Las palabras que vemos en la página se procesan como una representación visual de las letras que se agrupan en las palabras. Este proceso se diferencia de la percepción visual de lo demás. Procesamos las palabras como unidades visuales, más que como una serie de letras sueltas, y reconocemos palabras enteras tan deprisa como las letras sueltas. La lectura se acelera aún más gracias a la regularidad de las palabras y a nuestros conocimientos previos. La lectura rápida se basa sobre todo en el contexto, la habilidad de adivinar una palabra que uno ve rápidamente, de paso, basándose en las palabras que se han visto antes.

Hay también abundantes indicios de que procesamos visualmente las palabras por rutas paralelas de la vista y el sonido, cada una con su propio sistema neuronal diferenciado: hay personas que leen sobre todo con la vista y otras que leen sobre todo con el sonido. La lengua japonesa tiene dos escrituras diferentes: una es silábica y se basa en el sonido, la otra es ideográfica y se basa en caracteres visuales que representan palabras, grupos de palabras y conceptos. Cabe señalar que puede perderse la capacidad de utilizar una escritura y conservar la de utilizar la otra; parece que los dos sistemas se basan en regiones cerebrales diferentes.

Estas dos rutas independientes explican por qué algunos niños aprenden a leer mejor con el método fónico -que se centra en los sonidos individuales- mientras que otros aprenden a leer mejor con técnicas que tengan en cuenta el lenguaje en su totalidad, en las que se enseña la forma visual de toda la palabra en su contexto. El método fónico enseña la mecánica del lenguaje escrito; hace hincapié en el sonido de las letras, de las combinaciones de sonidos y las reglas de combinación. Los niños agrupan las piezas en palabras, frases e ideas, y se les enseña a pronunciar palabras nuevas y a deletrear mientras escriben en vez de memorizar toda la palabra. El sistema del lenguaje como un todo, u holístico, el más usado en los colegios de Estados Unidos hoy, utiliza la inmersión en la lectura basándose en la idea de que la exposición al lenguaje escrito en el contexto de una historia interesante hace que los niños puedan aprender a leer de una forma natural. La mayoría nos valemos de las dos rutas cerebrales a la vez y aprendimos a leer combinando los dos sistemas. Si los colegios deben enseñar a leer por medio de la técnica fónica en lugar de la holística se ha convertido en un debate encendido, casi Político, pero las investigaciones del cerebro proporcionan una respuesta simple: deberían usar las dos.

La tendencia del lenguaje holístico parte de que la lectura es una parte natural, genéticamente programada, del desarrollo del lenguaje, y que los niños la adquieren con

tanta facilidad como el habla. No obstante, como ya se ha comentado, puesto que la escritura existe desde hace solo 5.000 años y la alfabetización se ha extendido solo desde hace unos siglos, es muy improbable que en el cerebro humano hayan evolucionado estructuras específicamente orientadas a la lectura y la escritura. Nuestra capacidad de aprender por medio de la experiencia es la que nos permite llegar a leer, pero únicamente con una instrucción explícita.

La enseñanza por medio del lenguaje holístico añade eficacia al proceso de lectura, pero, sin lugar a dudas, por sí sola es deficiente, pues el método fónico es fundamental para ligar sonidos y símbolos. Además, con él los niños propensos a sufrir dificultades con la lectura se benefician de una enseñanza más amplia. Si los niños reconocen las distintas partes de las palabras habladas será más probable que las asocien con las letras que representan los sonidos y tendrán más éxito al aprender a leer.

DISLEXIA

Los niños que tienen dificultades en discernir los sonidos pertenecen a una categoría mucho mayor, la de los disléxicos. Se ha abusado de la palabra disléxico, se la ha simplificado demasiado, e incorrectamente ha pasado a significar «persona que trastoca letras o números contiguos». Clínicamente, la dislexia abarca una gama mucho más amplia de anomalías del lenguaje. A algunos disléxicos les cuesta procesar el sonido; a otros, las palabras visuales; a otros, extraer el significado de las palabras impresas. Algunos que tienen dañada la ruta del sonido pueden todavía reconocer palabras enteras, pero no decodificar o pronunciar palabras desconocidas o pseudopalabras. Otros que tienen mal la ruta de la vista pueden decodificar las palabras por medio de la fonética, pero no son capaces de reconocer las palabras enteras tan deprisa. Hasta a un 20% de la población estadounidense se la puede diagnosticar como disléxica, si se cuentan la totalidad de las diferentes dificultades con la lectura.

Como consecuencia, ha surgido un número enorme de teorías acerca de la causa de este trastorno, y aún más acerca de la «cura» educativa. Una de las cuestiones principales que debe explorarse todavía es si este funcionamiento anormal se debe a un sistema de lectura defectuoso que intenta hacer lo que puede o si una parte diferente del cerebro ha reemplazado al sistema dañado y actúa de una manera fundamentalmente distinta.

Los diagnosticados clínicamente como disléxicos nacen con varias diferencias estructurales en sus cerebros que hacen que la lectura, la lectura en voz alta de las palabras o el deletreo les sean sumamente difíciles pese a tener una inteligencia normal o por encima de lo normal. La corteza común se compone de seis capas básicas; la capa 1 prácticamente no tiene células, pero los disléxicos tienen racimos de ellas allí.

El problema parece que empieza en mitad del embarazo, cuando se desarrollan en las áreas lingüísticas de la región de Silvio grupos de células nerviosas mal conectadas, las ectopias. Se ha visto también que los disléxicos carecen de un grupo de núcleos en el tálamo relacionados con la percepción del sonido y de la vista. La mayoría de los investigadores cree ahora que la propensión a desarrollar esas anomalías se transmite genéticamente, si bien no se han identificado los genes que intervienen. Hay un paso intermedio entre saber que una anomalía es genética (que se basa en el acervo familiar) y saber qué gen o genes son los causantes. Se asocia a cromosomas concretos: el sexto y el decimoquinto.

Esta organización mal conectada causa dificultades en el procesamiento de las señales que se reciben de objetos con movimiento rápido que el ojo haya visto y en los cambios rápidos de sonidos que el oído haya oído. Un estudio efectuado en Italia mostró

que los chicos de diez años con dificultades de lectura eran más lentos en los tests de procesamiento visual rápido que los que no tenían esas dificultades. El estudio concluyó que era posible que esos chicos tuviesen dificultades globales con todo tipo de procesamiento rápido. Por tanto, es posible que esta dolencia afecte también a la coordinación mano-ojo y mano-oído.

Muchas deficiencias del lenguaje proceden quizá de un problema muy temprano con la audición de cambios rápidos de los fonemas; los niños normales pueden distinguir las más rápidas combinaciones de sonidos de letras contiguas, como la «p» y la «a» de «pa», separadas por solo diez milisegundos, pero los disléxicos con problemas de procesamiento auditivo no pueden. Esto conduce a problemas de lectura porque la escritura fonética, como la del inglés (por contraposición a la pictográfica del kanji, por ejemplo), se aprende casando sonidos con letras. En estos niños el nivel superior de procesamiento de la lectura parece que permanece intacto, pero aprenden despacio a leer porque les cuesta más leer en voz alta las palabras nuevas y deletrear las palabras mientras escriben. Los estudios han mostrado que la causa en parte radica en una discapacidad relativa de las células magnocelulares visuales del cuerpo geniculado, estación de paso del tálamo para la información que circula por allí de camino a la corteza.

Hay nuevas esperanzas para los disléxicos que no pueden procesar los sonidos rápidos. Paula Tallal, de la Universidad Rutgers, y Michael Merzenich, de la Universidad de California en San Francisco, han diseñado ejercicios computarizados que enseñan a los cerebros de los niños a registrar los rápidos cambios de los fonemas del habla normal. Los ejercicios se ensayaron primero con niños disléxicos de menos de ocho años de edad, que necesitaban que transcurrieran hasta 80 milisegundos entre los sonidos para distinguirlos. Tallal y Merzenich diseñaron una serie de juegos, que incluyeron en un CDROM; los niños jugaban con ellos más de tres horas al día, cinco días a la semana, durante cuatro semanas. Los juegos iniciales ralentizaban el habla y alargaban los sonidos, con lo que era más fácil entender los fonemas. A medida que los niños mejoraban gracias a múltiples repeticiones, el programa iba acelerando los fonemas. A las cuatro semanas los niños podían procesar el habla a la velocidad normal. La asombrosa capacidad del cerebro de reconectar los circuitos neuronales basándose en las señales que le llegan del entorno permitió a los niños obtener una pericia lingüística equivalente a una media de dos años de desarrollo en un solo mes de adiestramiento intensivo. Además, los resultados, que parecían prolongarse ya en casa y en la escuela, fueron tan alentadores que en 1997 Tallal y Merzenich emprendieron un ensayo a escala nacional. El método resultó ser muy efectivo con los niños disléxicos con problemas con el procesamiento rápido; obsérvese que el procesamiento rápido es solo un subconjunto en una gama de causas de la dislexia. Sus resultados han llevado a la presentación de un programa comercial, el Fast Forward, una nueva herramienta informática para los terapeutas del habla.

La dislexia se produce mucho más frecuentemente en los niños que en las niñas, quizá porque el más eficaz corpus callosum de estas les permite compensar mejor la dislexia, con lo que la anomalía pasa a veces desapercibida. Investigaciones recientes de Glen Rosen, de Harvard, confirman esta teoría. Cuando se reproducen las ectopias, los pequeños grupos de neuronas situadas anormalmente en los cerebros de las ratas, los machos desarrollan un déficit en la detección de los sonidos que cambian deprisa y las hembras no. Una explicación es que en los machos las ectopias están asociadas a más conexiones neuronales anormales que en las hembras, lo que parece ser consecuencia de las hormonas masculinas.

Puede que de otros casos de dislexia haya que echarle la culpa al sistema visual. Algunos disléxicos se quejan de que les cuesta leer porque las palabras ase mueven en la página». Cuando miran una palabra suelta pueden enfocarla, pero cuando sus ojos van barriendo las palabras de izquierda a derecha les parece que estas tiemblan o fluctúan, y les cuesta enfocarla.

Cuando la neuróloga Margaret Livingstone tuvo noticia de estos informes, se preguntó si la causa no podría ser también una falta relativa de células magnocelulares en el cuerpo geniculado lateral, el socio del geniculado medio del sistema auditivo, unas células, en este caso, que se encargan de la visión, no de la audición. Le costó mucho conseguir, a principios de los años noventa, que alguien le prestase atención, porque en la especialidad reinaba el convencimiento de que la fuente de los problemas era por completo auditiva. Por fin convenció a Al Galaburda, de Harvard, de que examinase el geniculado lateral de especímenes post mórtem donde había hallado la anomalía del geniculado medial. Este confirmó la brillante intuición de Livingstone al encontrar una falta relativa de neuronas magnocelulares también en el geniculado lateral.

Que las células magnocelulares interviniesen en los problemas de procesamiento rápido en la audición o en la visión conduce a todo tipo de conjeturas acerca de las ventajas evolutivas de los seres humanos. Las demás células de los cuerpos geniculados, las células parvocelulares, son procesadoras lentas, y evolucionaron más tarde en el cerebro que las células magnocelulares de procesamiento rápido, que son el tipo principal en los primates inferiores, aptas para captar los movimientos rápidos y por tanto necesarias para la supervivencia. Las células parvocelulares nos sirven para discriminar las sutilezas de tono, textura, forma y color. Son precisamente las características que artistas, músicos y arquitectos perciben y usan mejor que los demás, y los estudios muestran que hay un grado alto de dislexia en esa población. Quizá, al menos en algunas personas, las células parvocelulares, un fruto posterior de la evolución, han ganado terreno al cuerpo geniculado a expensas de las células magnocelulares. Ya no necesitamos tanto ver movimientos rápidos.

LENGUAJE Y COGNICIÓN

El lenguaje, más allá de su función como medio de comunicación, resulta fascinante por el estrecho vínculo que lo une a la cognición. Parece que este está entrelazado con nuestros pensamientos, sentimientos y sentido de la identidad más íntimos. Algunos teóricos llegan incluso a decir que el lenguaje es lo mismo que la cognición. El lingüista Derek Bickerton sostiene que nuestras palabras son nuestros pensamientos; no hay pensamiento abstracto sin la capacidad de combinar y crear, que es lo que el lenguaje posibilita. Otros conciben un lenguaje neurológico del pensamiento diferente del sistema del lenguaje comunicativo que debe traducirse en la comunicación hablada y escrita.

¿Hay un lenguaje del pensamiento distinto del otro, un «mentalés», como dice Steven Pinker, del MIT? ¿O hay pensamientos en inglés, tai o swahili? Si esas dos funciones fueran de verdad una, no habría pensamiento abstracto en los animales, los niños y los individuos que nunca han adquirido el lenguaje o que lo han perdido por una lesión cerebral. Eso es decir demasiado; las palabras pueden separarse de los pensamientos. Parece que tenemos la capacidad de llevar a cabo acciones complejas encaminadas a aprender, recordar, analizar y retener una identidad propia sin el lenguaje.

Una cantidad considerable de conocimientos debe ser no verbal y estar almacenados fuera de las regiones neuronales que intervienen en el lenguaje. Varios tipos de dolencias sirven como prueba. La primera fue quizá la afasia de Broca, documentada hace 150 años. Describe a víctimas de accidentes cerebrovasculares que

no podían hablar pese a que su aparato del habla, su comprensión del habla y su inteligencia permanecían intactas. La discapacidad específica del lenguaje (DEL), en la que los individuos presentan varias deficiencias lingüísticas concretas con ausencia de otros problemas de la inteligencia y del pensamiento, muestran también las identidades distintas del lenguaje y del pensamiento. Los niños con DEL adquieren el lenguaje con retraso con respecto a lo previsto y tienen dificultades con la gramática que a menudo se prolongan hasta la edad adulta; investigaciones recientes dan a entender que quizá tengan especiales problemas con los verbos, y que estos desempeñan posiblemente un papel central en el proceso de adquisición del lenguaje. La dolencia se repite en las familias y podría estar controlada por un solo gen dominante que cause una simetría mayor de la normal entre los hemisferios. Los niños con DEL pueden compensar algo su deficiencia recurriendo a sus capacidades de razonamiento intactas para deducir las leyes del lenguaje que los demás adquieren sin esfuerzo.

Investigaciones recientes con IRM en niños con DEL y en otros con una competencia lingüística normal muestran que el *planum temporale* (que es parte del área de Wernicke) y el *pars triangularis* (parte del área de Broca) son más a menudo mayores en el hemisferio izquierdo que en el derecho en los individuos con una capacidad lingüística normal; en los niños con DEL son más a menudo similares en tamaño, o más pequeños.

Se dan otros trastornos cognoscitivos en los que el pensamiento intelectual superior ha desaparecido y sin embargo persiste el lenguaje. Dos formas severas de retraso mental, la hidrocefalia y el síndrome de Williams, ocasionan cerebros sumamente alterados y cocientes de inteligencia bajos, de forma que resulta muy difícil el proceder diario. Sorprendentemente estos individuos pueden conversar de manera fluida. Los que las padecen tienen una gramática y una comprensión y producción del lenguaje intactas, o superior incluso a las medias, pero se suele decir de ellos que son «conversadores de guateque» porque detrás de su habla fluida no hay un significado profundo.

Un caso diferente fue el que descubrió un estudio en un hombre llamado Hermano John, un epiléptico que perdía todas sus facultades lingüísticas durante sus ataques y sin embargo podía realizar muchas funciones intelectuales superiores durante el transcurso de los mismos. Su caso se suma a las pruebas de que el lenguaje no está controlado por las mismas conexiones, exactamente, que la cognición. Sin el lenguaje, el Hermano John todavía era capaz de evaluar hechos, hacer planes, valorar respuestas, asignar significados, aprender y utilizar destrezas complicadas, y conservaba su sentido de sí mismo. Es posible que la cognición del Hermano John se desarrollase a partir de las facultades lingüísticas de que se valía la mayor parte del tiempo cuando no padecía ataques. Si eso es cierto, puede que la adquisición del lenguaje sea necesaria para desarrollar la facultad de combinar y crear y de pasar de lo concreto a lo abstracto, pero una vez hay cognición puede persistir a falta de la función lingüística.

Un estudio de 1997 arrojó más luz sobre el nexo entre el lenguaje y las demás capacidades cognoscitivas al mostrar que el lenguaje hablado tiene un efecto asombroso en el desarrollo del cerebro de un niño pequeño. Algunos investigadores afirman incluso que el número de palabras que un niño pequeño oye cada día es el factor más importante de predicción de la inteligencia, éxito en la escuela y competencia social que tendrá. Hay una salvedad: las palabras han de provenir de un ser humano que ponga su atención y su alma en ellas. Lo que se dice en la radio y en la televisión no vale. Además, no es necesario enseñar lenguajes diferentes o conceptos numéricos: basta con la interacción continuada y el habla de un adulto.

Esa cháchara constante puede que sea el factor más importante en el desarrollo inicial en el cerebro de las destrezas del razonamiento y del buen pensamiento, según

Betty Hart, de la Universidad de Kansas. Hart y su compañero Todd Ridley, de la Universidad de Alaska, coautores del libro *Diferencias significativas en la experiencia cotidiana de los niños americanos*, estudiaron a cuarenta y dos niños cuyos padres eran profesionales, de clase obrera o beneficiarios de prestaciones sociales durante sus dos primeros años y medio de vida. Los científicos dedicaron una hora al mes a registrar cada palabra que se dijese y cada interacción padres-niño en cada uno de esos hogares. A los tres años, se hizo que pasasen unos tests estándares.

Los hijos de los profesionales tuvieron las puntuaciones más altas, y el lenguaje hablado era la variable clave. Un niño con padres profesionales oía, de media, 2.100 palabras por hora. Los hijos de los padres de clase trabajadora, 1.200, y los de padres con subsidios, 600. Además, los niños con padres profesionales recibían una retroalimentación positiva treinta veces por hora, el doble que en el caso de hijos de padres obreros y el quíntuple que en el caso de hijos de padres beneficiarios de prestaciones sociales. La retroalimentación positiva es muy importante. Un niño que oye «¿Qué hiciste ayer? ¿Qué viste?», escuchará más a un padre que uno que oiga: «¡Para ya!» o «¡Ven aquí!»

Para cuando los niños tenían dos años, todos los padres habían empezado a hablar más con ellos, pero ya entonces las diferencias entre los niños eran grandes, con lo que los rezagados se veían obligados a coger a los de delante, si podían. Las diferencias en el rendimiento académico entre los niños siguieron siendo manifiestas en la escuela primaria. Hart propuso que la clave del desarrollo del cerebro es el ritmo del aprendizaje en la infancia: no tanto por lo que se refiere a lo que queda fijado en él como por lo que se refiere a qué parte del cerebro queda interconectada en esos primeros meses y años.

Para ser justos, no obstante, hemos de señalar que hay escepticismo acerca de los resultados de este y de otros estudios que hallan relaciones directas entre acciones concretas de padres e hijos. Es posible que los padres profesionales hayan pasado un conjunto de genes más «locuaces» a sus hijos. También, puede que hayan ascendido más en la sociedad por ser más locuaces, y que transmitan no solo unos genes más locuaces, sino un entorno más locuaz. Puede que los niños pequeños de casas de bajos ingresos estén peor nutridos, tengan que competir con más hermanos y les perjudiquen además otros factores. John Breuer, presidente de la Fundación McDonnell, escribía en su artículo «El puente demasiado lejano» que se exageraba demasiado acerca de las consecuencias de la neurociencia en la educación, que no había pruebas concluyentes todavía al respecto que tuviesen en cuenta todas las influencias posibles en los niños. Michael Gazzaniga, un investigador venerado, va más lejos en su reciente libro *El pasado de la mente* y afirma acerca de que se concluya que se les puede leer a los niños y hacer que aprendan la lengua más deprisa que es «una charlatanería pseudocientífica políticamente correcta».

Aunque puede que el lenguaje y el pensamiento no sean uno y la misma cosa, está claro que están estrechamente entrelazados. Parece que el lenguaje moldea nuestro entendimiento de la realidad y de nuestro lugar en el mundo. La sintaxis, que permite infinitas combinaciones, significados y categorías nos ofrece un modo de organizar nuestros pensamientos y de comunicarlos eficazmente a los demás. La capacidad de representar objetos en el mundo externo por medio de símbolos nos proporciona un mundo aparte en nuestros cerebros donde podemos guardar, manipular y generar objetos e ideas de maneras nuevas. Los símbolos permiten la interiorización y la reflexión necesarias para alejarse del contexto inmediato y tomar puntos de referencia atrás y adelante en el tiempo, gracias a lo cual podemos planear y conformar activamente nuestros futuros.

El lenguaje, como se ha comentado anteriormente, también implica dilación. Nos permite reordenar nuestras ideas y tomarnos el tiempo de verbalizarlas en vez de actuar directamente basándonos en las puras emociones. Quienes no se toman el tiempo de expresar sus pensamientos en palabras actúan a menudo impulsivamente: un marido que se levanta hecho una furia en una pelea con su mujer, y al hacerlo se lleva por delante la silla de ella, en vez de poner sus sentimientos en palabras, y Jack, el chico que conocimos antes, que hablaba tan incesantemente que no tenía tiempo para ese pensar dentro de sí gracias al que se puede reflexionar y planear para el futuro antes de actuar guiado por los impulsos.

Escribir puede proporcionar un medio de diferir aún mejor, con el que se organicen aún más las ideas antes de actuar. Por eso muchos mantenemos que podemos organizar mejor nuestros pensamientos y aprender tareas nuevas con mayor facilidad si nos sentamos a escribirlos en un papel. Llevar un diario quizá sea un instrumento útil de rehabilitación que enseñe a nuestros cerebros a ir más despacio, a pensar, a verbalizar antes de actuar al calor de las emociones o, será el tema de nuestro próximo capítulo, de proceder en una situación social.

8

EL CEREBRO SOCIAL

Recuerde el extraordinario caso de Phineas Gage, en el siglo XIX, el ferroviario que sobrevivió a un accidente en el que una barra de hierro le atravesó el cráneo. Puede que los lectores recuerden que, aunque no murió e incluso volvió a trabajar, con el tiempo sufrió un completo cambio de personalidad, y de ser un tranquilo y laborioso trabajador se convirtió en un truhán irresponsable e irreverente a quien se comparaba a menudo con una bestia insensible carente de sentido social o moral. Hanna Damasio, Al Galaburda y Thomas Grabowski averiguaron hace unos años (por medio de una imagen tridimensional del cerebro de Gage reconstruida con técnicas informáticas a partir de unas fotos con el objeto de evaluar las posibles lesiones cerebrales) que las regiones que más probablemente hubieran sido afectadas por el accidente fueron las porciones medioventrales de los lóbulos frontales, que se sabe son cruciales para la toma de decisiones. Esta área es también el conducto por donde la información emocional procedente del sistema límbico entra en la corteza frontal. Ahí es donde nos volvemos conscientes de lo que sentimos, es decir, obtenemos la comprensión que es fundamental para que sintamos por nosotros mismos y tengamos empatía con otros. Parece que la lesión de Gage arruinó su capacidad de elegir las opciones que habrían beneficiado a su supervivencia social porque se le había destruido el centro que casa emociones y razones.

Mientras Hanna Damasio se esforzaba en ver si esta conclusión tenía sentido, su marido, Antonio, comenzaba el tratamiento de un paciente llamado Elliot, quien en un tiempo había sido un capacitado hombre de negocios y un buen marido y padre. Por desgracia, se le desarrolló un meningioma -un tumor no canceroso- bajo los lóbulos frontales, justo encima de las cavidades nasales. Había crecido deprisa; para cuando se lo diagnosticaron y extirparon tenía el tamaño de una naranja pequeña y comprimía ambos lóbulos frontales hacia arriba. Durante la operación hubo también que extirpar un poco de tejido circundante, de la corteza medioventral, porque el voluminoso tumor lo había dañado.

Tras la operación, Elliot recuperó un funcionamiento normal. Se movía y hablaba como antes, pero empezó a tomar malas decisiones personales, tanto a corto como a largo plazo. Al final perdió su trabajo porque no podía organizar su tiempo ni establecer prioridades en sus cometidos. A menudo se quedaba enganchado en un detalle insignificante; se obsesionaba, por ejemplo, durante un día entero sobre cómo tenía que ordenar una pila de documentos, si por la fecha, por el tamaño o por el nombre. Tenía todavía la misma maña para los negocios y los mismos conocimientos, pero no parecía que supiese cuándo tenía que usarlos ni que le preocupase si lo estaba haciendo bien o no. Desempleado, emprendió numerosos negocios, inverosímiles, fallidos, en los que tomó como socios a manifiestos estafadores. Con el tiempo perdió todo su dinero. Se divorció de su mujer y se casó con una prostituta, de quien acabaría divorciándose también.

Cuando Elliot acudió a Damasio para que lo tratase, parecía muy reservado y poco emotivo. Las pruebas de laboratorio arrojaron que su cerebro estaba más dañado en el lado derecho. Obtenía buenos resultados en las pruebas de inteligencia y demostraba que estaba al tanto de los acontecimientos del momento, incluidos los políticos y económicos. Damasio estudió la percepción, la memoria a corto plazo, la capacidad de aprender, el lenguaje y la competencia matemática de Elliot. Todo era normal. Le fue bien con el test de ordenación de tarjetas de Wisconsin, que mide la capacidad del cerebro de razonar

rápidamente, y con el catálogo multifásico de la personalidad de Minnesota, que proporciona una visión básica de la personalidad de un individuo y de las perturbaciones generales de la misma. Incluso en las pruebas a las que se sometió acerca de diferentes aspectos de la toma social de decisiones escogió muchas opciones correctas en problemas hipotéticos, pero reconoció que, basándose en sus experiencias recientes, era incapaz de tomar esas decisiones en la vida real.

Damasio decidió centrarse en las emociones de Elliot. No parecía que mostrase ninguna; contaba con desapego hasta su propia, triste historia. Damasio se preguntó si este déficit no estaría afectando a la capacidad de tomar decisiones de Elliot. Para comprobarlo, le enseñó imágenes turbadoras de actos violentos y sexuales e hizo que oyese un material grabado no menos turbador mientras estaba conectado a una máquina que mide la conductividad eléctrica de la piel. Los individuos normales que ven y oyen ese material tienen reacciones muy fuertes, que dan un significado a la frase «Me puso la piel de gallina». Sorprendentemente, Elliot no tuvo reacción alguna.

Damasio concluyó que, como Phineas Gage, Elliot carecía de guía emocional que dirigiese sus actividades; no había una reacción que le saliese de las entrañas y de la que él fuese consciente que le dijese que hiciera tal cosa o que la abandonase. No había una brújula emocional que pudiera seguir. Tampoco podía planificar de antemano, porque no tenía la sensación de lo que quería o de qué era importante. Damasio dedujo que la falta de reacciones viscerales de Elliot se debía a una lesión cerebral, que le llevaba a tener poco juicio en el campo social. Que le amonestasen en el trabajo y luego lo echasen, que le tomasen el pelo estafadores, juntarse con prostitutas no le preocupaba, así que no hizo nada por evitar esas situaciones. Damasio se convenció de que Elliot sufría del mismo tipo de daños cerebrales que Gage.

HOMBRES SIN OBJETIVOS

Los casos de Elliot y Phineas Gage indican que una falta de juicio lleva a malos razonamientos y finalmente a una mala discriminación social, incluso cuando la inteligencia factual sigue intacta. Los Damasio han identificado a otros doce pacientes con similares lesiones prefrontales, y todos mostraban una falta parecida de emociones y tenían un historial de decisiones sociales desastrosas. Su capacidad de desenvolverse en la vida diaria está deteriorada, con unas cuantas y paradójicas excepciones. El lector quizá recuerde al paciente que se presentó una mañana en la consulta de Damasio tras haber conducido por carreteras peligrosas, cubiertas de hielo. Le contó cómo un conductor tras otro habían ido teniendo accidentes delante de él porque reaccionaron bruscamente al intentar controlar sus deslizantes vehículos y acabaron haciendo trompos. Comentó sin emoción alguna que él, por el contrario, no frenaba cuando pasaba sobre una placa de hielo, sino que giraba suavemente el volante para acabar con el derrape. Era la reacción lógica. Damasio vio que el hombre no tenía miedo de estrellarse y por eso no reaccionó de manera atropellada como muchos otros habían hecho.

A la mayoría nos cuesta saber lo que queremos, pero esas personas tienen el problema en un grado muy superior. Por ejemplo, se enamoran con frecuencia como locos y se dejan guiar en todo por la otra persona; por primera vez en sus vidas creen que merece la pena vivir, y solo quieren vivir para la otra persona.

Uno de mis pacientes, John, aprendió a sacar provecho de su carencia de habilidades sociales y emocionales, pero, no obstante, era muy infeliz. Es el paciente del que hablé en el capítulo 6, que pertenecía a un club clandestino de blackjack cuyos miembros ganaban en los casinos aplicando un sistema de contar las cartas y no dejando nunca que sus emociones interfiriesen con los fríos cálculos necesarios para obtener una

ligera ventaja sobre la casa. John había tenido dificultades en determinadas situaciones sociales de pequeño, y era consciente de que su madre se preocupaba demasiado por él, de que le afectaba demasiado lo que le pasase. Cuando la hacía llorar, se sentía muy mal al no importarle que llorara. Tenía la sensación de que debía importarle, pero no le importaba. Por qué, era un misterio. Era brillante en matemáticas y en ciencias, y progresó rápidamente en las clases del MIT, pero sufrió un parón cuando llegó el momento de escoger especialidad: matemáticas o informática. No pudo tomar la decisión, no pudo acabar su tesina sobre el modelo matemático que predecía el resultado de barajar las cartas en el blackjack.

Una casa financiera de Nueva York le contrató para que negociase con acciones en la Bolsa. La presión era alta y lo hizo muy bien, solo que se acabó aburriendo. Volvió a Boston y le hicieron jefe del ya mencionado club de blackjack; ganaba cien mil dólares al año jugando a las cartas. Vencer a los casinos, que le parecían se aprovechaban de las personas corrientes, era la única cosa que estimulaba en él algún tipo de interés emocional.

Las personas como John no son capaces de mantener relaciones sociales porque sus cerebros emocional y social son deficientes. En efecto, estas dos funciones cerebrales colaboran a menudo, y en el caso de John se detecta un problema donde interseccionan. Sin las emociones como guía, la persona no puede formar relaciones sociales. Hoy, con terapia y medicación, John puede prestar atención al de sentimientos dentro de sí y aferrarlos. Tras nuestras conversaciones se sentía aliviado. Podía empezar a mirar cómo se sentía a través de nuevos cristales. Me contaba hace poco que estaba triste por una pelea que su hermana y su padre habían tenido. Le sorprendía sentirse así. Cuando su madre le mandó una caja de sus galletas favoritas, sintió realmente como un calor dentro y pensó que qué detalle era que hubiese dedicado un tiempo a hacérselas. Se sintió entonces como un monstruo porque en el pasado no le había importado su madre tanto como para haber sentido eso. No había podido atender las necesidades de su madre antes; no le estimulaba lo suficiente.

John y otras personas a las que les cuesta entablar relaciones sociales y les conmueven poco las emociones pertenecen a un grupo más amplio que denomino «los hombres sin objetivos». Son casos más moderados -síndromes encubiertos- de lo que les pasó a Elliot y a Phineas Gage. Tengo en estos momentos dos pacientes con complicaciones cerebrales e historias parecidas. Ambos son solitarios, ambos lo pasan terriblemente mal cuando tienen que tomar decisiones o hacer planes porque nunca son capaces de determinar qué quieren hacer en realidad. Ambos son brillantes, pero a ambos, en cambio, les fue mal en el colegio porque nunca sabían qué era lo importante y no veían por qué debían esforzarse en hacerlo bien. Si les era fácil, pues se hacía; si no, no les importaba gran cosa pese a que sus padres tenían muchísimo interés en que se esmerasen.

Uno de ellos, Jerry, tenía una memoria excelente y recuerda cuando iba al jardín de infancia y luego a primero, que repitió una vez. Ya no era sociable a esa edad tan temprana. No le veía sentido a las cosas que hacían los demás y se preguntaba por qué se emocionaban tanto. Él no se emocionaba. Se veía solo en el recreo, preguntándose qué hacían todos esos chicos, corriendo y chillando. No le veía el interés. Decía también: «Veo que los demás dicen y quieren cosas, pero no encuentro nada que salga de mí». No hablaba con los demás niños de la clase, ni siquiera en el descanso. En el aula no hablaba con nadie porque tenía miedo de que le reprendiese el profesor por hablar cuando no tocaba, y aunque no le importaba mucho la amenaza le parecía que esa posibilidad, por modesta que fuera, podía más que el placer que pudiera hallar en hablar. Pronto le dejaron de lado; creció solo y sin amigos. Aun así nunca quería hacer nada. No

podía ponerse a hacer los deberes porque no veía qué objeto tenía hacerlos. Su única pasión, efímera, fue el esquí. No es que fuese muy bueno esquiendo, pero al menos se sentía vivo bajando a tumba abierta por las laderas. Le duró una temporada; después lo abandonó.

El otro, Frank, vino a mí porque a sus treinta y siete años no tenía vida: ni amigos, ni posesiones, ni carrera. Se sentía mal por ello, pero no parecía que moviese un dedo por cambiarlo. Le era muy difícil sentir algo. Tenía un título de administración de empresas y trabajaba introduciendo datos, pero no deseaba trabajar ni en lo uno ni en lo otro, sino solo hacer lo que hacía porque había caído allí. Era intelectualmente capaz, como demostraban sus títulos, pero los consiguió más que nada por inercia. Su hermana le sugirió que se sacase el master en administración de empresas, así que lo hizo. Necesitaba siempre que se le explicasen los detalles con toda exactitud. Mantenía un contacto mínimo con la familia; siempre le daba envidia cómo parecía que sus hermanos y sus padres gozaban cuando se juntaban en vacaciones. Para él esas reuniones no eran más que una mera obligación.

Frank no sabía qué sentían los demás acerca de las cosas; le perturbaba no sentir intensamente nada. A sus hermanos y padres les había ido muy bien en la vida, y el contraste con su propia existencia era tan grande que acabó por sufrir una depresión. Pensaba que debería ser mejor de lo que era. Nunca le era fácil saber qué debía hacer con las amistades, pero no captaba las insinuaciones de los demás, y eso le preocupaba. Sabía que se esperaba que tuviese amigos, no se molestaba en intentar tenerlos. No era menos feliz viendo la televisión. Siempre había preferido estar solo que estar con un posible amigo, incluso aunque sabía que se esperaba que intentase hacer amigos.

Estos hombres sin objetivos no eran adictos a sustancia alguna; no tenía sentido para ellos. Ambos respondían algo a los estimulantes, ya que los dos tenían unos sistemas de atención debilitados a consecuencia de su interés vacilante y baja motivación, los cuales los tenían atrapados buscando el estímulo siguiente. Eran unos Elliot encubiertos; no podían tomar decisiones o planear nada para el futuro porque no tenían una intensidad de sentimientos en un sentido o en otro. En este momento, los posibles tratamientos de los Elliot y de quienes tienen síndromes encubiertos de esa misma dolencia no están bien definidos, pero incluirían el uso de material psicoeducativo relativo a la formación de destrezas y grupos sociales, adiestramientos de la coordinación motriz del estilo del taekwondo y el taichi y una variedad de medicinas contra el pánico y a favor de la atención.

UNA NUEVA VISIÓN

En mis años de experiencia viendo pacientes de todo tipo, he llegado a fascinarme con el papel que el cerebro físico desempeña en nuestra naturaleza de animales sociales. Los hallazgos neurológicos más recientes sugieren incluso que el cerebro mismo es un órgano social: en el seno materno las neuronas del cerebro en desarrollo llegan a ser funcionales solo si se conectan con otras neuronas. Las regiones más primitivas del cerebro -el cerebelo y la amígdala- son justo las que intervienen en el procesamiento social del cerebro. La amígdala tiene incluso unas neuronas que únicamente se disparan en respuesta a las reacciones de otros. Además, la evolución muestra que el cerebro se ha modificado a sí mismo para sobrevivir y adaptarse, y para que su propietario tenga más éxito dentro del grupo.

No obstante, los psicólogos y los neurólogos tradicionales han tardado en reconocer que el comportamiento social es, al menos en parte, una función cerebral exactamente igual que la memoria o el lenguaje. Cuanto más veo juntas las piezas, más me convengo

de que hay, en efecto, un cerebro social. Las piezas se conocen desde hace mucho, pero no pensamos que constituyan una función holística. Los neurólogos y los neurocientíficos han mostrado que las lesiones de la corteza pueden afectar a la empatía, que los problemas del cerebelo pueden causar autismo y su ineptitud social, y que los déficit del hemisferio derecho pueden hacer que cueste entender el cuadro global de la vida. Juntas, todas esas partes y otras constituyen el cerebro social.

Puede que esta simple declaración les suene herética a algunos. Pero una y otra vez que nos fijemos en las diferentes regiones cerebrales veremos nexos entre la salud y la pericia social de las personas, desde las simples destrezas motrices que permiten a la gente guardar una distancia apropiada con un conocido hasta las funciones superiores de las que dependen las decisiones morales. Tiene que haber nexos directos entre ciertas funciones cerebrales y la sociabilidad. ¿Cómo puede ser que haya tantos *geeks* - personas muy inteligentes que han creado nuestro apasionante e intrincado ciber mundo - incapaces de funcionar en las relaciones personales, uno a uno?

Si pudiésemos entender cómo funciona el cerebro social podríamos ir encontrando formas de tratar a las personas cuyos comportamientos sobrepasan los límites tolerados por nuestra social sociedad.

Más importante aún, podríamos hallar la manera de dar a personas que de otro modo están solas y angustiadas, la capacidad de hacer amigos, de congeniar con sus compañeros de trabajo y de establecer relaciones íntimas. Aunque por lo común pensamos que esas capacidades emocionales, psicológicas o morales son aprendidas, la existencia de un cerebro social indica que nuestras habilidades sociales tienen un fundamento parcialmente biológico.

ESPERANZAS PARA EL SOCIALMENTE TORPE

Antes de seguir adelante, es importante que señale hasta qué punto una conducta social efectiva es fundamental para llevar una vida afortunada. ¿Por qué nos ligamos a los demás? ¿Por qué nos importan los demás? ¿Cómo reconocemos la amistad, y que se ha intimado? Preguntas filosóficas de este tipo tocan el núcleo mismo de nuestras vidas. Las respuestas no consisten sencillamente en ver si tuvimos infancias felices y sin inquietudes o una educación sexual apropiada. Las respuestas se obtienen de entender mejor cómo funciona el cerebro social.

Los seres humanos evolucionaron como animales sociales, lo cual nos ha dado una ventaja evolutiva enorme, porque permite a un organismo beneficiarse del conocimiento acumulado por otro. Por ejemplo, una vez una niña pequeña es consciente de que su madre la va a cuidar, se pone inmediatamente a hacer lo mismo con su muñeca. Tal y como sucede con cualquier otra función cerebral, hay personas con un talento especial para percibir y entender el comportamiento social, para participar en él. Para otras, unas deficiencias sociales pueden ser el fundamento de trastornos psiquiátricos. Hay pruebas evidentes de que educar en las destrezas sociales puede ayudar a los individuos a superar el trastorno de la personalidad antisocial, el autismo, e incluso la timidez cotidiana.

Como decía John Donne, «ningún hombre es una isla». Sin embargo, muchas personas se aíslan porque no son capaces de comportarse apropiadamente en situaciones sociales. La cognición social es la facultad de sentir afecto por un amigo, de comprender y establecer lazos de empatía con otra persona y de comunicar las propias necesidades de manera eficaz. Nuestra mayor virtud humana es nuestra conexión con otros seres humanos, y la actividad social es básica para nuestra salud y felicidad. Nuestros cerebros están preprogramados para buscar a otros seres humanos desde el

momento del nacimiento; una interacción social continua con los padres y con los semejantes es esencial para el desarrollo normal a lo largo de la vida.

Todas las diferentes partes del cerebro de que hemos hablado intervienen cuando interaccionamos. Necesitamos atención, percepción y memoria para reconocer a otra persona y recordar lo que sabemos de ella, el trato que hemos tenido con ella. Necesitamos emociones para interpretar los sentimientos y las intenciones de otros. Necesitamos habilidades motrices y lingüísticas para reaccionar de maneras socialmente apropiadas.

Uno de los aspectos más intrigantes del cerebro social es que las funciones inferiores y superiores tengan la misma importancia para una conducta exitosa. Los chicos se mofan cruelmente de sus compañeros patosos y les dicen: «No puedes andar y mascar chicle a la vez». Las relaciones sociales requieren mucho andar y mascar chicle a la vez, es decir, nos exigen que podamos prestar atención a muchos estímulos y reaccionar con muchas acciones a la vez. Una simple conversación con otra persona junto a la fuente de agua en el trabajo nos obliga a mantener la distancia correcta, una postura neutra, un lenguaje corporal apropiado, un buen contacto con los ojos y un equilibrio correcto entre hablar y escuchar, habilidades todas físicas, «inferiores», que nada tienen que ver con el intelecto. Al niño inocente que no puede andar y mascar chicle a la vez quizá le cueste, en efecto, manejar esas múltiples exigencias motrices, así que no será capaz de desenvolverse bien en las situaciones sociales. Tuve dos pacientes de una escuela de ingeniería puntera quienes, de manera independiente, me contaron que habían sudado tinta la primera vez que intentaron de niños jugar en un partido de béisbol. Ninguno de los dos había estado seguro de nada: de pertenecer al grupo, de participar en los turnos de batear y recibir, e incluso de cuál era el sentido de todo eso. Posteriormente los hicieron a un lado y se sintieron abrumados por la vergüenza. Con el paso del tiempo, cada uno de ellos probó cada vez menos con nuevos juegos.

Este tipo de experiencia temprana es, por supuesto, el principio de una cuesta abajo hacia el aislamiento social. De un niño con semejante cuadro mental se burlarán enseguida los demás niños, le pondrán mote, le fastidiarán y le dejarán atrás. Padres y maestros llegarán quizá a la conclusión de que el niño está solo porque en cierta forma no quiere hacer amigos. ¡Qué absurdo! La desgraciada consecuencia, no obstante, es que cuando el niño se haya hecho adulto, tras años de insultos y rechazos, quizá no quiera ya tener relaciones sociales, tanto le han herido los demás en el camino.

La esperanza es que la investigación encuentre maneras de mejorar un cerebro social deficiente. Hay ciertos indicios de que la práctica puede ayudar a superar al menos parte de los déficit motrices que acabo de describir. ¿Recuerda a Temple Grandin, la autista que aprendió a abordar de manera apropiada a las personas, sin echarse encima de ellas, pasando por las puertas automáticas de un supermercado una y otra vez hasta que consiguió dar el número de pasos adecuado? Superó un problema social que en realidad era un problema motriz. Como se ha comentado antes, en los últimos años los terapeutas que trabajan con niños autistas han desarrollado mucho el uso de una técnica parecida llamada «guía continua»: la niña se agarra a la pierna de su madre, que camina así con ella una y otra vez por un lugar dado, hasta que el esquema físico correcto se imprime en el patrón de disparos neuronales de la corteza motriz de la niña.

Como vimos en los capítulos 1 y 5, esa reiteración de un patrón intensifica las conexiones neuronales del cerebro porque recluta neuronas vecinas para que echen una mano. La guía continua excita más rutas cerebrales, con lo cual la tarea mental se liga a la tarea física. Esta es la gran promesa de entender el cerebro social. Si quienes no pueden andar y mascar chicle a la vez, los supuestamente asociales, unos patosos que no hacen amigos, que no saben entablar relaciones íntimas, que no son capaces de

mantener los lazos profundos que se requieren para ser marido, o esposa, o padre, o madre, pudiesen fortalecer las conexiones neuronales del cerebro social, podrían superar los problemas que los discapacitan y que no parecen responder a consejos, fármacos... o al ridículo.

Lo bueno de la educación del cerebro social es que puede abordarse desde muchos ángulos diferentes, y cuanto más se practica, más fuertes se vuelven las conexiones neuronales. Los individuos con cerebros sociales defectuosos pueden mejorar su comportamiento viendo algo hecho de manera apropiada, oyéndolo, recorriéndolo, ejecutándolo en diversas situaciones. Pueden deconstruir el proceso -descomponerlo en piezas pequeñas- y practicar luego cada pieza y recomponerlas de nuevo. Así como los niños se valen de diferentes enfoques para aprender cómo se suman 2 y 2 -contar con los dedos, hacer dibujos, mover bloques sobre una mesa y andar de dos en dos desde las paredes del aula hasta el centro de la misma-, cuantos más métodos se empleen para mejorar la destreza social, tanto mejor.

La lección es que la práctica puede llevar a la perfección. Algunos colegios se están dando cuenta de esto y empiezan a reservar un tiempo de las clases, aunque sea un cuarto de hora a la semana, a ayudar a los niños a que aprendan a ser amigos, a reconocer diferentes sentimientos y a hablar de ellos, a enfrentarse a la cólera o al disgusto y a cómo expresar lo que les gusta y lo que no. Los maestros escenifican situaciones -por ejemplo, un niño que se mete con otro y preguntan a los niños qué les parece cada parte de la representación y de qué otra manera podrían haber actuado los maestros. En otro ejercicio, les piden a los niños que representen un episodio, como conocer en el autobús a un niño nuevo, por ejemplo. Al hacerles creer que están diciendo «hola» e intentando llegar a ser amigos, los niños practican realmente las técnicas a las que recurrirán en el autobús de verdad horas más tarde. Este aprendizaje es muy valioso para el buen desarrollo del cerebro social.

La sociedad moderna ha exaltado el éxito en las relaciones sociales como el no va más de la adaptación psicológica, y buena parte de la psicología y del psicoanálisis se basan en esa premisa. Pero hay un componente neurológico definido en esa elevada función y apenas si se ha tenido en cuenta la posibilidad de corregir la neurología social del cerebro.

EL DESARROLLO DEL CEREBRO SOCIAL

El cerebro social no es un ente único que se halle en un solo lugar. Más bien, comprende una combinación de estructuras y sistemas diferentes que colaboran armónicamente. Hay períodos críticos de desarrollo del cerebro social igual que también los hay en otras funciones cerebrales. La capacidad de reconocer un rostro humano es una aptitud innata presente en el cerebro de los niños desde los primeros días de la vida gracias a la cual graban rápidamente en su mente los rostros, al igual que un ganso tiene la facultad de grabar la figura de su madre en cuanto sale del huevo. Como todas las funciones cerebrales, también esta puede ir mal, como sucede en las divertidas historias de granja de un ganso recién salido del cascarón que sigue a la hija del granjero o a una cerda creyendo que son su madre. ¿Quiere esto decir que venimos al mundo esperando ver rostros humanos y preparados para responder con nuestras propias expresiones faciales prefijadas? ¡Sí!

Imagínese un niño de nueve meses, con la sonrisa ya en la cara cuando su madre entra en la habitación. La conciencia social de la madre la mueve a responder con una sonrisa. La del niño se ensancha, y con ello la de su madre también; se van reforzando las sonrisas hasta que ambos estallan en una risa gozosa. Muchos investigadores indican

que la madre le enseña al niño a regular las emociones con ese proceso, que se graba en la corteza temporal anterior en desarrollo del niño. La madre y el niño entran en un bucle de realimentación positiva en la que el pequeño aprende sobre la expresión emocional. La interacción va más allá de la simple imitación: madre y niño sincronizan realmente sus estados emocionales. En esa etapa del desarrollo están tan estrechamente ligados que el niño no puede distinguir entre su propio estado interno y la influencia de su madre.

Aunque es importante aprender acerca de las emociones y a regularlas durante ese período de intensa cercanía, también lo es que madre e hijo establezcan unas fronteras, que aprendan a individualizar. Durante una interacción social placentera con su madre, el niño puede experimentar una excitación psíquica excesiva y llegar a sentirse incómodo. Mirará a otra parte. La madre puede conseguir que la interacción con el niño se mantenga sabiendo cuándo debe prestar atención y cuándo retirarse. Así es como aprenden los niños los rudimentos de la comunicación social.

Los pequeños pasan por otro período crítico cuando aprenden que los demás son seres con una identidad distinta a la suya. En el desarrollo normal, esta «teoría de la mente» empieza a aparecer en los niños de un año con el ejercicio de la «atención compartida», la interacción que se da cuando una madre y un niño empiezan a compartir la observación de los objetos y hechos exteriores. La madre dice «Mira el camión rojo» y el niño mira a la madre, sigue su mirada, mira el camión y vuelve a mirar a la madre. El niño comprende que la madre tiene una mente distinta de la suya que puede comunicar deliberadamente información.

Uta Frith y sus colegas de la Unidad de Desarrollo Cognoscitivo del Consejo de Investigaciones Médicas de Londres identificaron ese construir que es la teoría de la mente como una parte de lo que no funciona como es debido en los niños autistas. Contrastaron la hipótesis con la famosa serie de dibujos de Sally-Anne. En el experimento, un niño observa la interacción de dos muñecas, Sally y Anne. Sally tiene una canica, la pone en su cesta y sale de la habitación. Anne coge la canica de la cesta de Sally y la mete en la suya. Cuando vuelve Sally al cuarto la investigadora pregunta al niño: «¿Dónde buscará Sally la canica?». Los niños con autismo no superan esta prueba de la imaginación; no pueden orientarse por el entorno social intentando meterse en la piel de otros. El niño autista escogerá la cesta de Anne, lo que indica que esos niños no tienen una teoría de la mente y piensan que Sally, que estaba fuera de la habitación, tiene la misma información que ellos. No captan que las otras mentes que hay a su alrededor son diferentes, con experiencias y pensamientos distintos. Esa es la razón de que los autistas se toman tan a menudo las cosas al pie de la letra, de que sean sinceros hasta la exageración y de que carezcan por completo de malicia. Piensan que todo el mundo sabe lo que ellos saben, así que para qué van a mentir. Pueden tener problemas con las diversas burocracias de la vida porque dan por sentado que todo el mundo dice siempre la verdad y que prevalece la sinceridad.

Temple Grandin confiesa que no comprendió hasta tener más de cuarenta años que las personas se valen de los ojos para comunicar señales sociales. Muchos autistas pueden aprender rutinas sociales que les ayudarán a compensar sus déficit. Pueden aprender a mirar a un rostro y a fijarse en el lenguaje corporal, pero no es tan sencillo. Por ejemplo, un autista que había aprendido a mirar a una persona a los ojos cuando está hablando con ella, se pasó conmigo: pegó su mirada persistentemente a la mía, lo cual, de ordinario, se consideraría un paso en falso social. Por lo tanto, si bien aprender puede ser de mucha ayuda -el contacto ocular mejoró la comunicación de aquella persona con los demás-, no puede nunca ocupar por completo el lugar de la integración social que se produce en el desarrollo normal.

A medida que continúa el desarrollo social, los niños aprenden no solo a comportarse con sus padres, sino a apañárselas con los demás niños. La expresión facial, el tono de voz y el lenguaje corporal son importantes señales sociales que el niño debe aprender para orientarse en sus entornos cotidianos, el colegio y el recreo. Cuando el niño llega a adulto, le serán necesarias nuevas destrezas sociales para encontrar una pareja. Esta eventualidad está prefijada en el cuerpo humano y el cerebro y responderán con las hormonas y neurotransmisores apropiados. Al final, el ciclo se repetirá cuando el que un día fuera niño tenga un hijo, un nuevo niño que se quedará mirando con otra sonrisa social.

¿POR QUÉ SOMOS SOCIALES?

¿Cómo nos convertimos los seres humanos en las criaturas sociales, interconectadas que somos? Podemos hallar importantes indicaciones al respecto mirando atrás, pensando en los grupos de cazadores-recolectores de nuestros ancestros. El comportamiento social parece un tema extraño para el análisis evolutivo. A primera vista, el principio darwiniano básico de la «supervivencia del más adaptado» no parece que incluya el amor materno o los altruistas actos de heroísmo que a veces protagonizan las noticias de la noche. Como veremos, sin embargo, propagar de manera eficaz nuestros genes a la generación siguiente requiere importantes interacciones tanto con nuestros parientes más próximos como con los extraños.

Todas las características humanas evolucionaron en el entorno de nuestros antepasados cazadores-recolectores. El cerebro evolucionó hasta resolver un grupo de problemas básicos: cómo relacionarse con los parientes, obtener comida, encontrar pareja, cuidar de los niños indefensos, cooperar con el clan y defenderse de los enemigos. Estas destrezas básicas de la supervivencia son tan importantes para los seres humanos del siglo XXI como para el hombre de Cro-Magnon.

La evolución del comportamiento social empieza con las interacciones entre una madre y su prole. Una madre que sabía conducir a sus niños a las mejores fuentes de alimento o alertarlos del peligro de los depredadores en la zona creaba mejores oportunidades para su supervivencia y con ello para la perpetuación de sus genes. La comunicación, por medio del lenguaje y de la emoción, es importante para la adaptación. Así, los niños a los que se les enseñaba de manera eficaz vivían más tiempo y se reproducían más. El comportamiento social en relación al sexo opuesto también era importante para maximizar la viabilidad reproductiva.

La selección de linaje va un paso más allá. Implica la idea de mostrar deferencia, que, si es necesario, se sacrifique la propia supervivencia para ayudar a los de la misma sangre a sobrevivir y a transmitir sus genes a la próxima generación. La supervivencia de la línea genética es más probable cuando ese comportamiento ayuda al linaje de un individuo a reproducirse, ya que los parientes comparten muchos genes, los hermanos más del 50 %. Ayudar al clan con un costo calculable para uno mismo es un beneficio para ese 50% de los propios genes. Robert Wright, en *El animal moral*, lo describe bien con el ejemplo de dos hermanos, Bill y Bob. Bill se está ahogando en un río. Si Bill y Bob son de la familia «Maja» y manifiestan una predisposición a ayudarse mutuamente, Bob se tirará al agua para salvar a su hermano. Hay cierto riesgo de que mueran los dos, pero es mayor la probabilidad de que vivan ambos. De esta forma, Bob preserva los genes que comparte con su hermano. Pero si Bill y Bob son de la familia «Chunga», Bob no se tirará al agua porque no tendrá motivación suficiente para superar su miedo a la autodestrucción. Carece de la combinación correcta de genes que codifica el altruismo. De manera menos dramática, las diferencias en la evolución de una línea genética

pueden contribuir a que haya rivalidades entre hermanos en una familia que lleva un negocio, hasta que al final el negocio se venga abajo por ello; en otra familia, en cambio, la cooperación entre los hermanos servirá para sacar adelante ese mismo negocio por el bien de la familia.

El grado siguiente de comportamiento social es el que se tiene con quienes no son de la familia y con los desconocidos. El altruismo recíproco -el «róscame la espalda, que yo te rasco la tuya»- se encuentra en todas las culturas. Hasta los chimpancés participan en ese tipo de intercambio. El problema con el altruismo es que disminuye las posibilidades de reproducirse de un individuo y aumenta las de otro: uno da de lo suyo ---- su comida, su energía, lo que tiene almacenado- por el bien de otro. Entonces ¿por qué persiste ese rasgo? Primero, las emociones de amor y confianza que evolucionaron por medio del mecanismo de la selección de linaje se extienden a veces a individuos que, aunque no son de la familia, son muy cercanos, como los miembros de la tribu o los vecinos. En segundo lugar, el altruismo recíproco tiene una economía adaptativa singular. A menudo le es más fácil a un individuo participar en una relación de intercambio que hacerlo todo por sí mismo. Una vez ha abierto uno la puerta para sí mismo hace falta solo un poco de esfuerzo adicional para seguir sujetándosela a quien viene detrás. Ese pequeño esfuerzo se recompensará con una disminución en su carga cuando algún otro le mantenga abierta la puerta. Este principio económico, que aflora en forma de pequeñas muestras de cortesía, contribuye a que la sociedad civilizada sea posible.

Los críticos señalarán que no cumplir la parte propia en el altruismo recíproco puede ofrecer un beneficio mayor que seguir con el acto altruista. Sin embargo, incluso aunque haya quienes no cumplan en una población, la cooperación selectiva seguirá vigente. Es el fundamento de la regla de oro de todas las grandes religiones del mundo: «Pórtate con los demás como quieras que ellos se porten contigo». En 1981 Robert Axelrod y William Hamilton crearon un programa de ordenador llamado Tit for tat que se basaba en ese principio. Participaron en una competición' con docenas de otros programas que empleaban estrategias cooperativas, incumplidores o explotadoras. Los programas interaccionaron entre sí unas doscientas veces; se quena determinar cuál afrontaba mejor el «dilema del prisionero», una prueba de supervivencia clásica basada en la cooperación. Tit for tat, que se atenía a la regla de «cooperar en la primera baza y en las siguientes hacer lo que el contrario haya hecho en la anterior», se llevó el gato al agua aunque era el programa más simple de todos los que compitieron.

Quizá tengan los cerebros humanos algoritmos especializados en detectar a los incumplidores. Algunos investigadores han mostrado que tenemos un «descubridor de errores» que requiere que el cíngulo anterior y la corteza orbitofrontal estén intactos, gracias al cual captamos los errores o los cambios en las expectativas en nuestras relaciones interpersonales. Si no se cae en la cuenta de que se está haciendo trampa o de que ha habido una jugada astuta (que enmascara el cambio de lógica), costará mucho identificar a los que quieran tomarnos el pelo. Este «descubridor de errores» puede ser reclutado para las sociales y podría ser el mecanismo cerebral que funciona mal en la paranoia, el que nos hace creer que todo el mundo nos engaña. La existencia de una facultad de detectar a los defraudadores sería una indicación de que el cerebro está preparado de manera innata para participar en la vida social y el toma y daca de la vida diaria. John Tooby y Leda Cosmides, de la Universidad de California en Santa Bárbara, han averiguado, en un interesante estudio que mostraba la existencia de esa predisposición, que las personas piensan con más lógica acerca del contenido social que acerca de otros tipos de informaciones. Podemos clasificar nuestras situaciones sociales más eficazmente que los problemas que tienen que ver, digamos, con una proposición matemática abstracta. Más aún, Cosmides halló que las personas no son tan buenas en

identificar a los altruistas como pillando a los incumplidores, ni son tan buenas viendo violaciones de los contratos sociales cuando no se deben al engaño. La capacidad de reconocer errores del cerebro está sesgada por algún conocimiento previo de cómo suele portarse la gente: es importante para nosotros que identifiquemos a los que nos quieren tomar el pelo.

EL CEREBELO COMO COORDINADOR

Distintas regiones de todo el cerebro contribuyen a esa facultad social, desde las áreas «inferiores» de la parte posterior del cerebro hasta las «superiores» de su parte frontal. En la base del cerebro está el cerebelo. Toma información visual, auditiva y somatosensorial, coordina los movimientos corporales y aporta, posiblemente, algunos procesos cerebrales, como la cognición y la atención. Mantiene además conexiones con muchas partes del cerebro que participan en la atención y tiene una relación estrecha con las funciones superiores al establecer los tiempos y ritmos de otros aspectos del lenguaje, la memoria y la emoción.

Solo recientemente se ha relacionado el cerebelo con la normalidad de la conducta social. A este «cerebritito» se le reconocía de ordinario únicamente su papel en el control y equilibrio motrices, pero nuevas investigaciones han mostrado que es importante también como mediador en la cognición. Para percibir un objeto o un hecho hemos de juntar las diversas cualidades sensoriales y cualquier recuerdo o pensamiento pertinente de una manera que ha de estar muy medida temporalmente. Cuando vemos un objeto, determinamos que es una «silla» por su forma, color y posición. Podemos además asociarle al mismo tiempo que es el lugar que, al parecer, prefiere el gato para dormir. El papel del cerebelo es retrasar o acelerar esas asociaciones y regular los estados de atención.

Coordinar las asociaciones y la atención es esencial para entablar una relación con otro ser humano. Comunicarse, conversar, interaccionar socialmente con gracia dependen de que se pueda prestar atención a otra persona y a los propios estados internos, y pasar fácilmente de lo uno a lo otro. Las víctimas de accidentes cerebrovasculares que tienen el cerebelo dañado luchan el resto de su vida con maniobras físicas tan simples como subir y bajar las escaleras. En vez de ser capaces de poner automáticamente el pie en el sitio debido del escalón adecuado tienen que pensar conscientemente en dónde han de ponerlo. Y como a los autistas, les resulta más difícil desplazar deprisa la atención de una cosa a otra.

Eric Courchesne ideó un estudio en el que unos individuos tenían que mirar una pantalla de ordenador donde se veían dos recuadros vacíos con una X entre ellos. Se les pedía que se fijasen en la X y que apretasen un botón en cuanto viesan que se encendía una luz en uno de los recuadros. Tanto los pacientes autistas como los que padecían lesiones en el cerebelo tardaron mucho más en percibir la luz que los individuos normales. La lección que se deriva de dicho estudio es que los autistas y quienes tienen lesionado el cerebelo tardan más en captar en el entorno nuevos estímulos y en reaccionar a ellos; por ello, está claro que les cuestan más las interacciones sociales, que se caracterizan por el intercambio constante de estímulos. Como poner los pies donde queremos sin tener que pensar en ello, nuestra capacidad de prestar atención a lo que queramos está coordinada por el cerebelo.

Courchesne ha hallado además que, si un niño normal puede desplazar la atención de la nariz del padre a un ojo o la boca en una fracción de segundo, el autista tardará quizá de cinco a seis segundos. Cuando nos imaginamos en el lugar del niño autista comprendemos mejor su dolencia: si usted hubiera necesitado de cinco a seis segundos

en desplazar la mirada de la nariz de su padre a sus ojos no habría podido percibir su cara como una imagen coherente. Habría visto partes dispares de un rostro que no combinarían, en la memoria, en un todo comprensible. Se guardarían, sencillamente, como elementos de rostros.

Los autistas que han desarrollado sus funciones superiores dan testimonios que respaldan la conjetura de Courchesne; muchos de ellos hablan de «retiradas visuales», de no poder ver un árbol entero, de verlo como un todo. Un adulto autista vería quizá solo una rama, o una hoja, o un pájaro en la rama, pero el árbol como tal árbol, como un ente coherente, no les salta a la vista.

Por lo que se refiere a la competencia social, esta incapacidad de desplazar la atención puede tener consecuencias devastadoras. La información social, la mirada de una madre, su tono de voz, es efímera: pasa en un momento y se va. El niño autista, aferrado a cualquier estímulo que su mirada haya captado, no puede mover los ojos hasta el rostro de su madre con la suficiente rapidez. Si el niño está mirando un perrito y la madre sonríe, es posible que se le escape esa sonrisa. Para cuando pueda atender al rostro de la madre su expresión habrá cambiado. Si tira de la cola del perrito se perderá el ceño fruncido de su madre. El «¡no!» de su madre y el haber tirado él de la cola del perrito no forman un todo coherente en su memoria. Son partes inconexas de la realidad, fragmentos dispares en una vida que no suma un total. ,

Al niño autista le falta, pues, un primer paso vital en su desarrollo: no se forma en él la «atención social conjunta», la atención simultánea de dos personas a una misma cosa. Para cuando tiene quince meses, un niño normal se fijará en algo que esté mirando su madre o le pedirá que mire algo que está mirando él. Pero el niño autista no hace eso; de ahí que sea difícil llamar su atención. Si la madre le dice que mire al gatito, él no lo hará. Tampoco le pedirá a su madre que miren juntos a un gatito. Cuando la madre le dice que mire el camión rojo, el niño autista mirará la oreja de su madre, porque ella ya habrá vuelto la cabeza y él no. La capacidad de compartir la atención es un componente principal de la comunicación social y uno de los pilares del lenguaje y la conversación. Debe de ser muy difícil para los niños autistas determinar cuál de los estímulos que les llegan rápidamente es el que deben atender. Que no puedan coordinar la atención podría ser la razón de sus discapacidades sociales.

Las autopsias de los autistas muestran que casi todos tienen malformaciones en el cerebelo y una pérdida considerable de neuronas de Purkinje, que proporcionan la única ruta de que dispone la información que sale del cerebelo. Ese no poder coordinar las funciones básicas cognitivas podría ser la raíz de las discapacidades de conducta y sociales del autismo: una memoria desigual, la insistencia en que las cosas sean siempre lo mismo, las conductas repetitivas, y otras más. Es posible también que ese déficit cree además un mundo caótico e incoherente. Los niños incapaces de desplazar la atención de unas conductas, acontecimientos y reacciones verbales o faciales a otros quizá no aprendan nunca a interaccionar con los demás. Nunca podrán participar en la atención compartida tan esencial para entablar lazos con quienes se cuidan de ellos y para el desarrollo del lenguaje.

Ese déficit es una característica destacada del autismo, pero es muy posible que haya formas más suaves de incapacidad social, como la torpeza, la timidez y la falta de modales, que deriven de anomalías en el cerebelo menos evidentes. Lo cierto es que el «patoso social» es precisamente así: torpe, descoordinado, desacompañado, carente de desenvoltura, todo ello impulsado por una incapacidad de prestar la debida atención, de compartir la atención y de coordinar las muchas señales que entran y salen a la vez.

Era lo que le pasaba a Jeff, un asesor de sistemas multimedia de treinta y cuatro años de edad que trabajaba con nuevas empresas de ordenadores. Era buenísimo en su

trabajo, y por ello le iban muy bien las cosas económicamente. Sin embargo, no podía tener una vida social. Era virgen y llevaba empezando y abandonando terapias desde hacía años a ver si podía entender su sexualidad y su falta de conexión con los demás. Su vida le confundía.

Jeff había sido un niño solitario, incapaz de hacer amigos. Otros niños se metían con él. Sus padres no le daban importancia; decían que con que tuviese solo un buen amigo ya tenía muchos. Pero mientras que el típico niño tímido o el típico niño con el que se meten los demás acaban por adquirir las habilidades sociales necesarias para hacer algunos buenos amigos, Jeff no hizo ninguno.

Vino a mi a que le ayudase. Al hablar de su torpeza en las situaciones sociales mencionó que no podía bailar. No era que bailase mal o tuviese miedo de intentarlo, sino que físicamente no podía. Se había metido en un grupo que representaba pequeñas obras en un intento por establecer relaciones. Cuando se decidió preparar un número de baile en grupo, Jeff no pudo aprender. Finalmente, le pidió a la directora que le dejase seguirle la corriente: puso su cuerpo tras el suyo (pecho contra espalda, rodillas contra corvas...) y se movió acompasadamente con ella a lo largo de toda la pieza. Por fin lo consiguió.

Eso dio la clave: guía continua; lesión del cerebelo; falta de coordinación y desenvoltura social. Los defectos sociales de Jeff eran lo bastante sutiles como para que la mayoría de los terapeutas no sospechasen que el problema estaba en que algo físico había en él que no funcionaba bien, sobre todo en su cerebro.

Hablando más, Jeff me mencionó unas sesiones de terapia de grupo a las que había ido. Cuando tomaba la palabra en ellas, no paraba de hablar hasta que se quejaba alguien del grupo. Se sintió de nuevo rechazado, hasta que un día el terapeuta le explicó que lo que hacía era desconsiderado y erróneo. Ni siquiera se había dado cuenta de lo que estaba haciendo, y en vez de sentirse ofendido, se sentía contento de que el terapeuta se lo hubiese hecho saber. Lo tomó como una información útil y pidió a los demás que le interrumpiesen si lo hacía de nuevo. Podía sacar partido de las críticas constructivas y estaba ávido de recibirlas mientras se le dijese cómo eran las cosas.

Jeff me contó también que no sabía hablar de trivialidades. No podía apañárselas en una fiesta. No podía hablar por hablar. Lo odiaba. Daba hechos y esperaba hechos, y ya estaba. No podía hacer caso a lo demás. Más de una vez dio al traste con una primera cita al proporcionar al instante una exposición detallada de su historial psiquiátrico. Tampoco podía participar en cosas románticas o en juegos amorosos, que acababan en rechazo sexual y confusión. Todo esto le dejaba desconcertado.

Los indicios conducían a una conclusión clara: Jeff tenía un cerebro social deficiente. El final feliz para él es que, aun cuando tiene un síndrome encubierto de autismo, no está gravemente discapacitado, como un verdadero autista. Necesita que se le aclaren las cosas, necesita personas que le digan cómo se actúa en situaciones sociales, pero en cuanto se le dice 'qué ha de hacerse lo entiende, lo pone en práctica y lo domina.

Lo mismo pasa con muchos otros cuyos cerebros sociales son deficientes.

INTROSPECCIÓN Y COMPORTAMIENTO SOCIAL

Como los seres humanos tienen los lóbulos frontales mayores y más desarrollados que el resto de los animales se los considera «el órgano de la civilización» o «la sede de la inteligencia abstracta». Los lóbulos frontales son importantes también para la introspección, una de las facultades primarias que nos diferencian de los monos. La introspección es la manera que tenemos de saber que somos quienes somos y qué destrezas y debilidades concretas tenemos. Como se comentó en el capítulo 3, sobre la

atención y la conciencia, la introspección depende de la memoria de trabajo, gracias a la cual sabemos de repente qué sentimos y hemos sentido, y pensado y hecho. Guardar todo eso en la cabeza es lo que nos permite ensayar y planear.

Los enfermos con lesiones en el lóbulo frontal derecho no tienen, por lo común, conocimiento de sus propios defectos. No se dan cuenta de la considerable pérdida de desenvoltura social que suele acompañar a su invalidez, ni tampoco de que son distintos de los demás en lo que a eso se refiere. También tienen que ver los problemas del lóbulo frontal con el THDA, trastorno por el que los individuos carecen a menudo de la capacidad de ver que su conducta puede resultar inaceptable y debería modificarse. Gracias a la introspección aprendemos la responsabilidad personal esencial para la interacción social. La introspección engendra empatía con los demás, porque imaginamos qué podrá estar pensando otra mente acerca de sí misma y del mundo que la rodea. La empatía y un «sentido del otro» son fundamentales para la humanidad que hace que la civilización funcione.

Imagínese cómo sería una persona si no tuviese un sistema que guiase el desarrollo de la integración social por medio del refuerzo, la empatía y el apego. Sería impulsiva, egocéntrica y despreciaría las necesidades y deseos de los demás. Estas características se ven en quienes padecen el trastorno de personalidad antisocial (TPA) y en algunos de quienes sufren el THDA. En personas con ambas dolencias se han encontrado diferencias de estructura y activación del lóbulo frontal con respecto a los individuos sanos.

Los investigadores también sostienen ahora que los lóbulos frontales son los encargados de la memoria de trabajo; su mal funcionamiento hace imposible mantener una conversación con sentido. Los que padecen THDA quizá tengan un problema con este tipo de memoria, lo que revierte en un estilo de conversar forzado, que salta de un tema a otro. El otro participante en la conversación acaba sintiendo que no se le escucha, que no se le está prestando atención. El lóbulo frontal se encarga también de la organización temporal del comportamiento, gracias a lo cual nos orientamos en el complejo y siempre cambiante mundo social que nos rodea. Obviamente estos tipos de problemas de comunicación y de organización interferirán con las relaciones sociales.

Unos lóbulos frontales intactos son importantes también para aprender comportamientos nuevos. Los pacientes que los tienen lesionados pueden valerse de destrezas ya aprendidas y efectuar secuencias temporales de comportamiento, pero les es muy difícil aprender nuevas habilidades y conductas. Sin embargo, una noticia apasionante nos informa de que, aprendiendo y practicando en el curso de un adiestramiento en habilidades sociales, personas a quienes no les es natural socializar pueden encaminar las conexiones neuronales de manera que esquiven el área deficiente del lóbulo frontal y adquieran nuevas destrezas. Para quienes carecen de pericia social la adquisición aunque sea de un solo guión útil, ya es un algo en un mundo social que les deja perplejos. Un paciente que pueda mostrar la misma sonrisa alegre y decir amistosamente «hola» a todo el mundo, incluso aunque no le interesa ninguna conversación ni posea otra habilidad que esa, al menos ya tiene por dónde empezar: luego pueden venir otros guiones sociales.

LOS SENTIMIENTOS Y LOS LÓBULOS FRONTALES

La corteza medioventral, una sección de los lóbulos frontales, se encarga de las emociones que tiñen nuestros procesos de toma de decisiones, especialmente en el campo personal-social.

Al contrario de la creencia popular de que para tomar decisiones hay que tener la «cabeza fría», son los sentimientos los que nos indican la dirección correcta y nos sirven

para tomar decisiones morales, personales, predictivas y planificadoras. Los sentimientos se generan cuando el cerebro percibe los estados fisiológicos variables del cuerpo. El cuerpo, tal y como está representado en el cerebro, es la base de lo que llamamos «mente». Imagínese que no tuviésemos emociones que nos guiasen en nuestro razonamiento. Robots sin sentimientos, no tendríamos esas reacciones viscerales instintivas que nos dicen rápida y exactamente que preferimos el martes al miércoles para una cita, que Mary es más de fiar que Marty, que no deberíamos comernos esa rosquilla o que merece la pena aceptar un posible nuevo trabajo. Muchas decisiones como esas no tienen un fundamento razonado y racional, e incluso las que lo tienen se toman en buena medida a partir de lo que nuestras vísceras han aprendido de la experiencia y de cómo nos guía esta.

Unas lesiones de la corteza medioventral fueron la causa de los problemas sociales de Phineas Gage y de Elliot. Otros casos históricos muestran también el nexo entre esas lesiones y la pérdida de habilidades sociales.

El neurotransmisor serotonina tiene quizá que ver con los resultados de las lesiones de la corteza medioventral. Se ha visto que la serotonina inhibe la agresividad en los primates y fomenta un comportamiento social. Los monos con una buena conducta social tienen más receptores de serotonina en su corteza medioventral que sus congéneres con una conducta social mala. La producción de serotonina está mediatizada también por las circunstancias sociales. Se ha comprobado que los monos vervet que están en lo más alto de su jerarquía social -al igual que los responsables de las asociaciones estudiantiles que están en lo más alto de las suyas- tienen más serotonina en el cerebro que los que están más abajo.

Antonio Damasio extrae de casos históricos, clínicos y animales la conclusión de que las lesiones de la corteza medioventral causan sistemáticamente déficit en las capacidades del razonamiento y de los sentimientos, en especial en el campo de las relaciones sociales. Conectar los procesos de toma de decisiones, emocionales y de vigilancia psicológica requiere un conocimiento exhaustivo del sistema social y de las estrategias para usar ese conocimiento a fin de tomar decisiones. Más aún, la información de diferentes áreas cerebrales relativa a cualquier cosa, desde el sistema social hasta las emociones, ha de tenerse en «mente» durante un cierto tiempo para que se puedan tomar decisiones, y eso precisa de una buena memoria de trabajo. Todos esos procesos de los lóbulos frontales, así como una regulación apropiada por medio de la serotonina, son esenciales para la supervivencia.

LAS EMOCIONES Y LA AMÍGDALA

Cuando nos desplazamos del cerebro inferior y del superior al medio nos encontramos con la amígdala, un componente central del sistema límbico, el sistema de las emociones y de la motivación gracias al cual podemos participar en el mundo social.

La influencia de la amígdala en el cerebro en su conjunto es muy grande pese a lo pequeña que es. Esta estructura con forma de almendra consta de aproximadamente una docena de cúmulos diferentes de neuronas que desempeñan distintas funciones. Cada diminuto nódulo se conecta a una amplia gama de regiones cerebrales, y una compleja mezcla de neurotransmisores y hormonas actúa sobre ellos. Se ha observado que la amígdala regula las funciones autónoma, endocrina, somatosensorial y motriz, así como la reproducción, la memoria, el sueño y la orientación. Como tal, su influencia en las emociones, particularmente en el miedo y en la agresividad, es importante para el cerebro social.

Entre otras funciones, la amígdala es el investigador de lo ambiguo. Si algo es diferente o parece que no está bien, la amígdala se enciende para ver qué ha pasado. Reacciona enseguida a una cara de miedo, más deprisa incluso que a una furiosa. Una cara con miedo indica que hay peligro, pero no cuál o dónde. Una cara furiosa indica que hay un peligro que viene de la persona que está furiosa. Unas pruebas realizadas en la Universidad de Sheffield, en el Reino Unido, muestran que las personas que tienen una inteligencia normal pero a las que no les funciona bien la amígdala reconocen sin problema las emociones básicas de felicidad, sorpresa, miedo, tristeza, disgusto y enfado, y también diversas expresiones faciales, pero sin embargo no pueden reconocer las caras de miedo y les cuesta ver el peligro potencial cuando se topan con un extraño.

Las investigaciones con monos llevadas a cabo desde la década de 1930 han demostrado la importancia de los circuitos emocionales del cerebro para el comportamiento social. Por ejemplo, el comportamiento social de unos monos soltados en la naturaleza tras extirparles la amígdala cambiaba radicalmente. Los monos rhesus en particular no sobrevivían más que unas semanas; sucumbían ante las agresiones de los otros monos. Las investigaciones sobre las conexiones de la amígdala revelan que desencadena de inmediato reacciones autónomas y endocrinas a los estímulos sociales, desde las aproximaciones sexuales hasta la cooperación en grupo. La corteza frontal, responsable de los procesos más complejos del cerebro, es la que tiene prolongaciones más considerables hacia la amígdala, y las dos colaboran como partes de la red que es el cerebro social.

Lo que sale de la amígdala tiene dos componentes. El primero se retroalimenta en las áreas de la corteza sensorial y del tálamo que le mandan mensajes. El segundo va al hipotálamo, que pone en marcha las respuestas autónoma y endocrina. Mientras, el núcleo central de la amígdala manda señales a las áreas del tronco cerebral que regulan el ritmo cardíaco y la respiración. Estas conexiones son importantes para el comportamiento social porque influyen en la percepción de otros animales y modulan la reacción del cuerpo.

Como ejemplo, cuando un perro gruñe y enseña los dientes está exhibiendo una emoción. Pero esa emoción solo tiene significado cuando otro animal la percibe y la interpreta como es debido: «¡No te acerques!». Esa «exhibición afectiva» tiene un componente interno y uno externo para el perro que gruñe. Internamente, se le acelera el corazón y empieza a correr la adrenalina. Externamente, sus expresiones faciales y su postura comunican un significado. La amígdala tiene mucho que ver en este comportamiento y en la interpretación y reacción del otro perro, o persona.

De maneras similares, pero mucho más complejas, la amígdala contribuye a la regulación de nuestra producción de estímulos sociales superiores y de nuestra respuesta a ellos. Su conexión con el giro cingulado superior, por ejemplo, parece tener un papel en el habla. Las conexiones entre la amígdala y el hipocampo mantienen el recuerdo de situaciones sociales anteriores. La amígdala, los lóbulos anteriores y la corteza orbital media posterior, parte de la corteza medioventral de los lóbulos frontales, constituyen un sistema conexo que es importante en la asignación de un significado emocional a los estímulos.

La amígdala y las estructuras que la rodean -la amígdala extensa- mandan información a diversas partes de la corteza temporal para que las neuronas que hay allí codifiquen y recuerden un engrama -una representación de algo que debe recordarse-, y para que cambien, reagrupen y recalibren. Remite las neuronas colinérgicas a la corteza temporal, con lo que es más probable que esas neuronas se disparen más y más, y sea más fácil codificar un recuerdo.

La amígdala es la generadora de buena parte de las sensaciones de pánico, sobre todo del pánico social. Puede asaltar a una mujer que se dirige a una fiesta con la sensación de que no conoce a nadie y a la que casi abruma las luces, olores y sonidos que acaban por converger en la amígdala, que está en alerta, atenta a lo peligroso y a lo ambiguo, y responde con un destello que dice: «Amenaza para la supervivencia. Para. Observa. Tienes que estar alerta. Ten cuidado con los extraños». Si se forma un vínculo con un recuerdo de un pánico anterior, o la amenaza o malestar nuevos son muy intensos, las señales encenderán el nucleus basalis, estructura de la amígdala extensa, que expide acetilcolina a la corteza sensorial. Ello aumenta el potencial de disparo en la corteza sensorial, con lo que la probabilidad de que se codifique el hecho y se almacene en la memoria será mucho mayor. Esta perturbación se retroalimenta en la amígdala y la corteza sensorial se activa aún más. La totalidad del sistema se acelera. Se produce un efecto de circuito reverberante, una reacción desbocada. El miedo genera más miedo, y la mujer sale de inmediato de la habitación, sudando y paranoica. Esta actividad motriz sirve para calmarla.

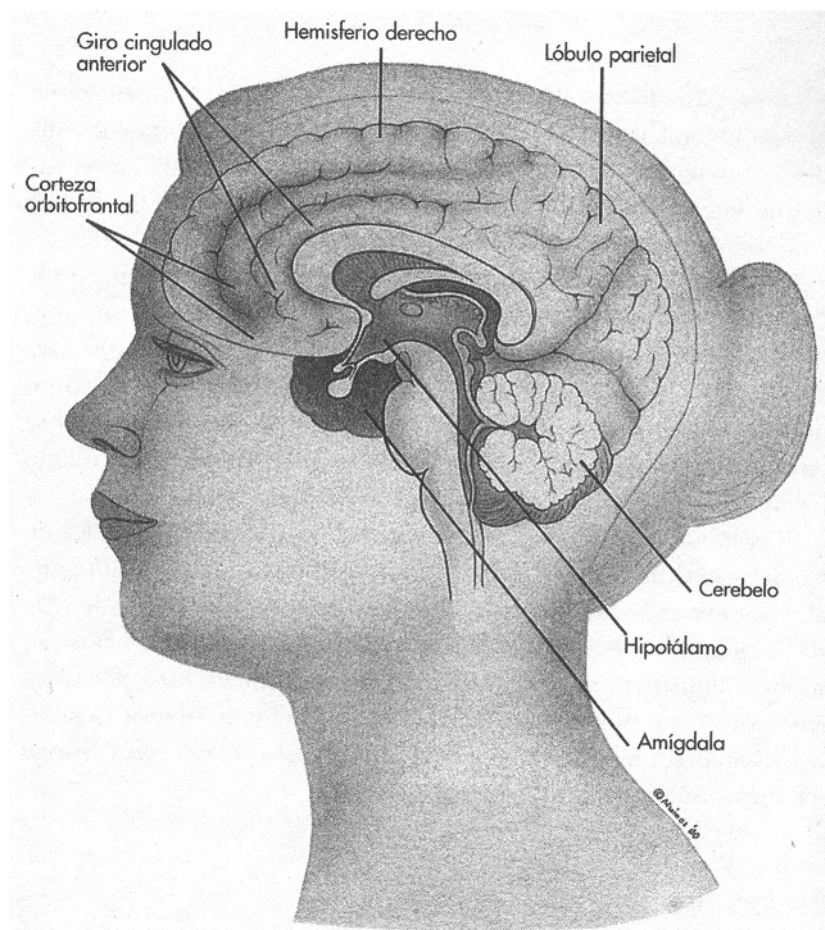
O bien, cuando la ansiedad de la mujer está creciendo, puede que alguien se le acerque con una expresión amistosa y un tono de voz tranquilizador y le dé un toque en el brazo que la reconforte. Eso le eleva el nivel de serotonina, que riega la red, le dice a la corteza que se calme y a la amígdala que baje la guardia porque ya no hay una amenaza. Cuando vemos un rostro lleno de miedo inmediatamente entramos en un estado de gran activación para buscar más información. Pero esa hiperalerta puede también tener lugar en circunstancias que no son amenazadoras: le llega a un hombre una vaharada de perfume que le recuerda a la maestra de octavo a la que adoraba (y por la que bebía los vientos), y se energiza y dispone para la acción.

Se puede ver también este tipo de desconexión en quien, con la cabeza caliente, pierde la compostura y enseguida pide perdón porque se da cuenta de que ha ido demasiado lejos. Una parte excesiva de su corteza ha sido secuestrada por la amígdala y por lo tanto no puede echar el freno cortical de la razón. Su sistema emocional se activa antes, en realidad, de que los hechos se hayan desarrollado plenamente y reacciona antes de que la situación esté clara.

Si el lóbulo frontal no puede intervenir con suficiente rapidez en este tipo de situaciones estaremos a merced de la reacción emocional y nos cerraremos a nuevas investigaciones de las posibilidades. De esta forma, la emoción afecta a la cognición social; nos arrastran nuestros sentimientos, que desbordan al buen juicio. Nos ponemos «emocionales» y nos volvemos menos cognoscitivos, menos lógicos, pues el aparato de razonar y tomar decisiones de la corteza frontal está abrumado por la reacción emocional.

EL RECONOCIMIENTO DE LOS ROSTROS

La amígdala desempeña un papel crucial en el reconocimiento de los rostros. La facultad de reconocer la cara de las personas es una parte importante del catálogo humano de comportamientos sociales. Para empezar, es esencial para la supervivencia, una pieza clave en la determinación de si quien se acerca es amigo o enemigo. Es también fundamental para mantener las relaciones sociales e incluso la categoría social (otro tipo de supervivencia), porque es necesaria para identificar la categoría superior, igual o inferior de otros y regular la conducta como corresponde; un problema en este componente del sistema límbico puede ser devastador.



EL CEREBRO SOCIAL. El cerebelo es el centro de «rhythm and blues» del cerebro y sirve para que nuestras acciones, emociones, lenguaje y recuerdos discurran sin alteraciones y con continuidad. Sin él no podríamos ejecutar el baile social con gracia. El sistema límbico, especialmente la amígdala y el hipotálamo, nos proporcionan la presión que nos empuja a buscar a los otros e intensifica los lazos sociales por medio de hormonas y señales que entran en las neuronas. El giro cingulado anterior dirige nuestra reacción interna ante los demás y nos mantiene con la voluntad y el interés de estar con ellos. La corteza orbitofrontal es la que capta errores y con sus asociados, el cingulado anterior y la corteza medioventral del lóbulo frontal, es crucial para la empatía y la evaluación de si las palabras, intenciones y comentarios de los otros son sinceros. El hemisferio derecho nos ayuda a percibir las indicaciones no verbales del habla y de los gestos, así como las expresiones faciales, mientras que el lóbulo parietal derecho es fundamental en cuanto que nos da una imagen global de nosotros mismos en el espacio y de la relación física entre nosotros y otras personas.

El reconocimiento de los rostros indica el poder de la amígdala y representa una culminación de sus variadas funciones. Las conexiones de la amígdala con el hipocampo y los sistemas de excitación y su capacidad de ligar recuerdos y reacciones de comportamiento nos dicen cómo hemos de reaccionar cuando vemos un rostro concreto. Leslie Brothers, de la Universidad del Sur de California, registró las señales de salida de células sueltas de la amígdala de un macaco al que se le enseñaron diversas imágenes grabadas en vídeo. Vieron que una célula determinada se disparaba cuando el macaco veía imágenes de monos y personas que le eran conocidas. Esa célula no se disparaba cuando los rostros no le eran conocidos.

Parece que las imágenes de rostros, como he comentado antes, están impresas en el cerebro de los niños. Tal y como un ganso graba la figura de su madre nada más salir del cascarón, los recién nacidos, a los pocos minutos del parto, prefieren mirar una imagen confeccionada correctamente de un rostro que una imagen aleatoria. A los dos o

tres meses el niño sonreirá si ve un globo que lleve pintada una sonrisa y dejará de sonreír cuando se le da la vuelta al globo.

Parece, pues, que los seres humanos tienen conexiones prefijadas, que están impelidos a percibir y reconocer otros rostros humanos. Parece también que el cerebro maneja las imágenes de rostros como una información visual especial, que tiende a procesar en el hemisferio derecho. Cuando observamos una cara hacemos muchos movimientos con los ojos dirigidos hacia los ojos y la boca de la otra persona. La investigación muestra que eso sucede más en el campo visual izquierdo. Es extraño, propio incluso únicamente de los rostros, porque inspeccionamos la mayoría de los estímulos de forma simétrica. La información del campo visual izquierdo va al hemisferio derecho; esto da a entender que el hemisferio derecho tiene un mecanismo de reconocimiento de rostros, similar al del hemisferio izquierdo de reconocimiento de palabras. Los tests con figuras imaginarias (rostros con lados izquierdo y derecho de personas distintas) apoyan esta conclusión. Los pacientes con el cerebro escindido, en los que no se comunican los hemisferios, identifican siempre al personaje imaginario como aquel a quien corresponde la mitad izquierda de la cara.

La deficiente habilidad para el reconocimiento de rostros se denomina agnosia o prosopagnosia, palabras que en griego significan rostro (prosopon) e ignorancia (agnosia). La prosopagnosia parece deberse a una deficiencia de la corteza occipitotemporal medial del cerebro causada por un accidente vascular o externo en el cerebro. Las lesiones bilaterales suelen causar el síndrome completo, pero si el daño se ha producido solo en el lado derecho incapacita mucho más que si ocurre en el izquierdo. Los prosopagnósicos pueden valerse a veces de indicaciones, de un bigote o de una marca de nacimiento, para identificar una cara, y la mayoría reconoce las expresiones. En el vínculo específico entre el rostro y su identidad es donde está el problema. Muy a menudo tienen que esperar a que la otra persona hable, ya que no tienen problemas en identificar una voz conocida.

El trastorno opuesto a este de no poder reconocer los rostros es el síndrome de Capgras, causado también por lesiones del lóbulo temporal. En esta conmovedora enfermedad, los pacientes reconocen los rostros de los parientes y de los amigos, pero no hay señales emocionales conectadas a esas caras. A menudo suponen que los miembros de su familia han sido sustituidos por impostores. Aunque por lo común conservan muchas otras capacidades cognitivas, pueden llegar a sufrir delirios y a volverse paranoicos cuando intentan explicar lo que le ha sucedido a su familia.

Un hombre, Arthur, descrito en los Fantasma en el cerebro de V S. Ramachandran y Sandra Blakeslee, es un buen ejemplo del síndrome de Capgras. Había sufrido amplias lesiones en la cabeza a raíz de un accidente, pero se recuperó por completo tras un coma de tres semanas y parecía que conservaba del todo su antiguo yo. Sin embargo, pensaba que sus padres eran unos impostores. Parecían a simple vista sus padres, pero él sabía que no lo eran; había perdido la brújula emocional que lo guiaba. No sentía la oleada cálida que había asociado a sus rostros; no recibía las señales emocionales que le confirmaban que eran ellos. Sus lóbulos temporales estaban bien, podía reconocer a sus padres, pero su amígdala estaba dañada y no podía sentir que eran quienes pensaba que eran. Le parecía que estaba hablando realmente con sus padres cuando se comunicaba con ellos por teléfono, es decir, cuando las señales emocionales usuales de la visión no actuaban. (Dicho sea de paso, la razón de que nuestros animales domésticos no reaccionen cuando oyen nuestra voz por teléfono o vídeo es que se basan solo en las señales emocionales y en el contexto, y por lo tanto no reconocen la voz de su amo sin una referencia tridimensional.)

El padre de Arthur intentó incluso engañar a su hijo diciéndole que la pareja que se hacía pasar por sus padres había vuelto a China y que sus padres auténticos habían regresado. Arthur se creyó esto durante un tiempo, pero seguía sin sentir cariño alguno hacia ellos y al final recuperó su idea de que eran unos impostores. Decía: «El hombre es idéntico a mi padre, pero no es en realidad mi padre». O: «Esa mujer dice que es mi madre; es como ella, pero no es ella». La deficiencia de Arthur partía de su incapacidad de ligar una reacción emocional al reconocimiento de los rostros. Su déficit, pues, no estaba en la amígdala per se, sino en alguna parte de su lóbulo temporal; no en los lóbulos frontales, sino en la conexión entre la amígdala y el temporal.

Entender más a fondo el proceso gracias al cual reconocemos los rostros y la identidad de las personas que conocemos mejorará nuestra comprensión del cerebro social.

Las expresiones faciales constituyen uno de los métodos primarios de comunicar información en el campo social. Como pasa con el reconocimiento de rostros, tanto la producción como el reconocimiento de expresiones faciales están prefijados en áreas concretas del cerebro, en especial en los lóbulos occipitotemporales y en la amígdala. Parece, de nuevo, que el hemisferio derecho desempeña un papel más importante; los pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo tienen algunas dificultades en reconocer ciertas expresiones, pero quienes las tienen en el derecho lo llevan aún peor.

La creación de expresiones faciales es una habilidad innata. Los niños pequeños reaccionan a ciertos estímulos con expresiones faciales prefijadas. Sin embargo, al revés que los adultos, que crean rostros bastantes específicos para cada emoción, los niños pequeños se valen de la misma expresión facial para muchas situaciones diferentes. A medida que se desarrollan el tronco cerebral y la corteza, los músculos y la coordinación se fortalecen y el reconocimiento de las diferentes emociones mejora, con lo que las reacciones faciales del niño se van especializando.

EL LIBRE ALBEDRÍO Y EL GIRO CINGULADO ANTERIOR

Otra región del centro del cerebro fundamental para la función social es el giro cingulado anterior. Pertenece al sistema límbico; tiene muchas conexiones con otras áreas cerebrales y desempeña un papel en el comportamiento social, en las emociones y en las funciones motrices. Además, recibe más señales del tálamo -el filtro sensorial- que cualquier otra región cortical.

La estimulación eléctrica del giro cingulado anterior puede causar cambios en el sistema autónomo, del ritmo cardíaco, por ejemplo, o de la respiración. Asimismo puede provocar que haya vocalizaciones involuntarias, síntomas viscerales -náuseas, vómitos- y movimientos automáticos de las manos y de la boca. Hay personas para quienes sufrir lesiones en esta área o perderla por culpa de un accidente vascular, un tumor o una operación no ha supuesto un cambio aparente de la personalidad o de la conducta. En otras, en cambio, decrece la comprensión social. Parece que los monos con un giro cingulado dañado tratan a los demás monos como si fuesen objetos inanimados y pasan por encima de ellos. Otras investigaciones con animales indican que el giro cingulado juega un papel en la regulación del estrés. Cuando esta área se perturba debido a lesiones, epilepsia, desequilibrios químicos o una operación puede que haya modificaciones menores o trastornos mayores del comportamiento social y emocional, que van de la apatía, la impulsividad, la desinhibición, la agresividad, la psicosis, la desviación sexual, el comportamiento obsesivo compulsivo y un juicio social deficiente al simple deseo de cambiar de aficiones o de hábitos de lectura.

Parece que el giro cingulado anterior tiene también que ver con la regulación del contenido emocional del dolor físico de tres maneras: porque determina el significado emocional del dolor, porque pone en marcha una respuesta motriz ante el estímulo doloroso, y porque aprende a predecir y evitar el dolor. Hay quienes han encontrado alivio del dolor crónico gracias a una lesión quirúrgica del cingulado. Cuentan que siguen sintiendo el dolor, pero que ya no experimentan ninguna reacción emocional, como desesperación, por ejemplo.

El giro cingulado anterior es importante también para el comportamiento social porque controla el libre albedrío. Se ha observado una indiferencia sensorial -en la que los pacientes ignoran la información sensorial que llega de regiones de su cuerpo- en individuos con lesiones en esa área. El caso más asombroso es el del mutismo acinético, donde un paciente se queda completamente mudo e inmóvil, como en coma, pero todavía consciente. Antonio Damasio tuvo una paciente de treinta y cinco años que había sufrido un accidente vascular en el giro cingulado anterior. Durante un mes no tuvo movimientos o habla espontáneos, pero respondía las preguntas o tiraba de las sábanas cuando se le preguntaba. Ya recuperada, contó que no hablaba espontáneamente porque «No tenía nada que decir». No «sentía la voluntad» de hablar.

A la inversa, un impedimento del correcto funcionamiento del giro cingulado anterior puede producir una falta de control del libre albedrío, como pasa en el síndrome de Tourette. Estos pacientes tienen obsesiones y compulsiones involuntarias que afectan al movimiento y a la vocalización, caracterizadas a veces por tics físicos y por dar rienda suelta sin motivo a torrentes de insultos y obscenidades verbales. Se ha visto que quienes padecen el Tourette tienen menos activación en el giro cingulado anterior y áreas afines, como el núcleo caudado de los ganglios basales. El síndrome de Tourette revela la función integradora que desempeña el giro cingulado anterior en el pensamiento, la motivación, la emoción y el movimiento.

LAS INDICACIONES NO VERBALES Y EL HEMISFERIO DERECHO

Saber ejecutar el «baile social» los movimientos físicos correctos que se efectúan concertadamente con los demás- es un aspecto muy importante de las habilidades sociales. Por ejemplo, como se ha señalado antes, discernir dónde están nuestros cuerpos en el espacio en comparación con los de los demás para guardar la distancia apropiada mientras se mantiene una conversación es una destreza social básica que no se aprende con facilidad. El hemisferio derecho, en particular el lóbulo parietal, es el encargado de analizar el espacio exterior y la posición del cuerpo en él. El parietal es el área «donde» de la percepción sensorial, como se mencionó en el capítulo 2. Se encarga también de ensamblar una percepción completa de los componentes espaciales y sociales del mundo. Los estudios que se han realizado de lesiones del parietal izquierdo indican que tiene que ver con la atención, la música, la imagen y la disposición del cuerpo, el reconocimiento de rostros y la acción física de vestirse. Además, el hemisferio derecho en su totalidad desempeña un papel en el sistema de la atención y en sentir y manifestar emociones.

Las investigaciones han revelado que los adultos con lesiones en el hemisferio derecho reaccionan con indiferencia a los acontecimientos emocionalmente turbadores, y en los niños se han asociado daños similares a dificultades crónicas en las relaciones sociales. A menudo, la naturaleza del problema está ligada a una o más discapacidades para el aprendizaje no verbal, como lo que yo llamo dislexia social, que hace que las personas interpreten equivocadamente a los demás. Los disléxicos sociales pueden decodificar y reconocer las palabras con facilidad, pero les cuesta entender lo que leen.

Les es difícil captar significados y sobrentendidos. Una paciente me explicó que tenía un buen sentido del humor y empezó la sesión contándome un chiste. Sin embargo, cuando más tarde me referí a un amigo con el que estaba furiosa y le dije en broma que debería «querer zurrarle la badana», me dijo inmediatamente que eso sería exagerar.

Quienes padecen este tipo de deficiencia cerebral puede que usen bien las palabras en una conversación y que les encante hablar, pero no se encuentran a gusto con los demás porque a menudo no pillan las indicaciones no verbales del lenguaje corporal, las expresiones faciales y los tonos de voz. Aunque son inteligentes, pueden parecer espesos u obtusos al carecer de información que no han podido captar del entorno. En pocas palabras, quienes padecen discapacidades no verbales no pueden poner las cosas en contexto o manejarlas bien.

El trastorno del aprendizaje no verbal conocido ahora como «síndrome de deficiencia del hemisferio derecho» (SDHD) se debe a un defecto del hemisferio derecho en la primera fase del desarrollo. Alrededor de un 50% de esos individuos tuvieron problemas prenatales o problemas al nacer. Suelen ser niños «difíciles», soñolientos, inactivos, sin interés por las interacciones sociales, y sin embargo a veces están superexcitados e hipersensibles. En los primeros seis meses presentan problemas con el contacto ocular. Al año de edad se manifiestan sus problemas con la atención conjunta y muestran que no entienden las expresiones faciales. A los dos años no desarrollan una teoría de la mente, como los demás niños. Cuando empiezan a andar y a explorar su entorno una de dos: o son temerarios o son tímidos. Los temerarios no parecen tener una idea clara de su cuerpo en el espacio y por lo tanto son propensos a los accidentes. Los tímidos prefieren etiquetar objetos más que manejarlos. Ambos temperamentos, podemos conjeturar, se deben en parte a una deficiencia de la facultad del hemisferio derecho de situar al niño en el espacio y en el contexto dimensional apropiado.

Los adultos con SDHD puede que no se percaten del interés de otros en los temas de conversación. Puede también que tengan voces inexpresivas, que manifiesten pocas emociones, que les cueste interpretar las señales emocionales de los demás, que su vocabulario sea escaso en lo relativo a las emociones y que su sentido del espacio interpersonal sea inapropiado. Parece haber una predisposición genética para este trastorno: el 50% de los pacientes tienen historiales familiares de problemas sociales.

Los problemas con las destrezas sociales ocasionadas por los daños del hemisferio derecho se confunden a veces con los que se derivan de otros trastornos. A muchas personas con SDHD se les ha diagnosticado un TDA. Hay, sin embargo, diferencias entre la conducta impulsiva y a veces entrometida del TDA y el comportamiento social inconsciente del SDHD. A los individuos con una deficiencia del hemisferio derecho se les puede diagnosticar equivocadamente también como autistas, pero es más probable que tengan un lenguaje fluido y no exhiban los movimientos estereotipados que caracterizan al autismo.

Uno de mis pacientes, J. C., es un bibliotecario inteligentísimo. Hablaba, leía y escribía desde una edad muy temprana. Fue un genio de niño y, sin embargo, a lo largo de toda su vida le ha sido difícil captar significados. Le interesa solo el sentido literal de las cosas. Sugerí una vez que aumentase la dosis de una medicina que estaba tomando, y él objetó que eso no estaba indicado en el envase. Corta todas las conversaciones con un «ya veo» cuando entiende el significado literal de lo que se dice. Quiere comunicar solo por medio de las palabras; rechaza el contacto ocular; no disfruta encontrándose con otros seres humanos. Pese a que se graduó con honores en una de las universidades más importantes del mundo y pese a las muchas distinciones académicas que ha recibido, las pasa moradas cuando tiene que decidir cualquier tipo de detalle sobre sí mismo, y su dependencia de las figuras que encarnen autoridad es extraordinaria. Las

pruebas neuropsicológicas confirman que su hemisferio derecho es deficiente. Pese a su brillantez, J. C. es incapaz de relacionarse con otros de manera íntima.

EL LENGUAJE

La condición humana es una interacción de complicidad entre la cultura y cada mente; cada una conforma a la otra. Yo coevoluciono al leer libros y al escribir este; me estimula lo que leo, y eso hace que este libro evolucione hasta convertirse en algo distinto a lo que con exactitud era cuando lo empecé. De la misma manera, las personas no dejan de coevolucionar y, por suerte y por desgracia, el lenguaje es el medio primario de ese intercambio.

Una de las contribuciones más fundamentales del cerebro social es su papel en los aspectos sociales del lenguaje. El lenguaje, la conciencia y el comportamiento social evolucionaron probablemente de la mano, cada uno impulsando a los otros dos y haciendo que se expandieran. Las interacciones sociales ofrecen las oportunidades de aprender de los demás nuevos comportamientos y de aumentar la inteligencia. Unas pautas de comportamiento social expandidas, a su vez, crearon un entorno más complejo en el que había que orientarse. El lenguaje se desarrolló como una herramienta de navegación para ese viaje.

El lenguaje, en especial la sintaxis, es una parte esencial de la inteligencia humana y del comportamiento social. La sintaxis nos proporciona una parte de nuestra capacidad de planear lo que vendrá. La prosodia emocional, o el tono de la voz con que se dicen las palabras -el contenido emocional del habla- es importante también porque a menudo ofrece pistas importantes del estado de ánimo y de las intenciones de los otros. Contribuye además a que entendamos el humor y las metáforas, formas superiores de comunicación social.

Como se ha señalado antes, aunque el hemisferio izquierdo del cerebro desempeña el papel dominante en el descifrado del contenido del lenguaje, parece que el hemisferio derecho tiene más influencia sobre la producción y comprensión de la prosodia emocional. Los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho no entienden las metáforas; cuando se le pidió a un grupo de ellos que escogiese una imagen que casara con la frase «Echarle a alguien una mano», se quedaron con la de una bandeja con una mano. Esos mismos pacientes mostraban también discapacidades en lo tocante a la comprensión del humor; cuando se les dio a elegir entre varias formas de acabar unas historias divertidas escogieron a menudo las más estrambóticas en lugar de las graciosas. Tendían a reír más con el humor basado en lo absolutamente bizarro e imprevisto que en el que dependía de cambios sutiles de significado, como suele pasar en la mayor parte de lo que entendemos como humorístico. Se les escapaban los matices y les costaba comprender las metáforas que se emplean en la conversación; pensarán que una metáfora o una exageración son reales y literales, y se sorprenderán.

El lenguaje y el trastorno del aprendizaje no verbal señalan la importancia del hemisferio derecho en el cerebro social. Sencillamente, comprender las deficiencias del hemisferio derecho puede ayudar a la gente que las padece a encontrar maneras de cambiar su comportamiento social. Una de mis pacientes que tenía problemas del hemisferio derecho, se sentía muy ofendida con el humor que se gastaba en su trabajo. Se lo tomaba todo demasiado al pie de la letra. Solo cuando se dio cuenta de lo que le pasaba y al analizar a posteriori sus ataques de cólera pudo empezar a ver cómo podía no enfurecerse.

CUANDO NO FUNCIONA: EL TRASTORNO DE 'LA PERSONALIDAD ANTISOCIAL

La competencia social depende de que se coordinen sin fricciones las diferentes regiones cerebrales que participan en varios aspectos del comportamiento social. Pero cuando una o más regiones fallan, enfrentarse a las situaciones sociales puede convertirse en una pesadilla. Es lo que les pasa a quienes padecen el trastorno de la personalidad antisocial (TPA), a quienes se tacha, sin más, de socialmente ineptos, pero es posible que en realidad tengan cerebros estructuralmente distintos a la norma. Algunos de los comportamientos comprometidos en el TPA también pueden identificarse en las acciones de muchos de nosotros, los «normales».

El TPA sería la descripción clínica del comportamiento de Phineas Gage y Elliot. Puede parecer que quienes padecen ese trastorno carecen de conciencia o sentido moral en lo que se refiere a los demás. Los que sufren casos leves pueden ser incluso encantadores y caer bien, pero se valdrán de esas características para manipular a los demás. Lo más frecuente es que quienes tienen este trastorno sean impulsivos, irresponsables y a veces violentos.

La investigación ha mostrado que la raíz del trastorno puede estar en unos lóbulos frontales menos activos de lo normal. Algunos estudios han revelado que las personas antisociales están también fisiológicamente menos excitadas; su ritmo cardíaco, la conductividad de su piel y las lecturas de sus electroencefalogramas son inferiores a los de los socialmente normales. Esta baja excitación puede hacer que esos individuos busquen estímulos inapropiados o que les sea difícil aprender los rudimentos del comportamiento social. No captan indicaciones emocionales normales que les ayudarían a regular sus relaciones. Investigaciones posteriores han descubierto que muchas personas antisociales tienen disfunciones prefrontales y en la región del hemisferio izquierdo que se encarga del lenguaje, o del corpus callosum entre los hemisferios.

Adriane Raine, de la Universidad del Sur de California, llevó a cabo un estudio con 101 chicos de quince años. Tras analizar la conductividad de su piel, el ritmo cardíaco y practicarles electroencefalogramas, predijo con una exactitud del 75% quiénes iban a ser y quiénes no criminales a los veinticuatro años. La explicación de Raine fue que buena parte de la falta de excitación estaba causada por una combinación de factores genéticos y ambientales, entre ellos una estructura comprometida de los lóbulos frontales, una falta de neurotransmisores o neuronas o de ambos en la región, una escasez de conexiones hacia ella y poca práctica en usarla.

Las personas demasiado agresivas caen en la categoría antisocial de la mala conducta. Raine tomó imágenes de TEP para medir el metabolismo de la glucosa en la corteza prefrontal de 41 acusados de homicidio que pedían la absolución por padecer una enfermedad mental. El estudio contaba con un grupo de control del mismo tamaño formado por personas de la misma edad y sexo. Raine halló que los asesinos tenían una corteza frontal deficiente y concentraciones anormales de norepinefrina, dopamina y serotonina en ella, aunque los efectos no se reflejaban en los exámenes psiquiátricos o neurológicos ordinarios. Los hallazgos preliminares dieron indicaciones iniciales de la existencia de una red de procesos cerebrales corticales y subcorticales anómalos que podían establecer una predisposición a la violencia en esos individuos.

Las disfunciones del hemisferio izquierdo, que producen una pérdida de control sobre la impulsividad, son otra causa posible de una conducta antisocial. Los estudios de lesiones indican la posibilidad de que la violencia pueda ser también la consecuencia de que haya daños en la corteza temporal izquierda, la amígdala y el hipocampo.

EL AUTISMO

El trastorno de personalidad antisocial es un fallo complejo del cerebro social. El autismo, por su parte, es un trastorno del desarrollo que golpea en el meollo de lo que nos hace más humanos: nuestra facultad de amar, reír y relacionarnos con los demás. Los autistas padecen una gama de síntomas: un cociente de inteligencia bajo, un lenguaje que se aprende tarde o nunca, un comportamiento repetitivo y que se vuelve contra ellos, movimientos estereotipados. Algunos autistas exhiben talentos asombrosos, como una capacidad de dibujar casi fotográficamente.

Leo Kanner, de la Clínica Psiquiátrica Infantil Johns Hopkins, describió y puso nombre al autismo en 1943. Dio una lista de cuatro características: preferencia por la soledad, insistencia en la mismidad, gusto por las rutinas complicadas y ciertas destrezas notables en comparación con las de las personas medias. El más mínimo cambio en la rutina puede alterar mucho a los autistas. Quizá recuerde al autista que interpretaba Dustin Hoffman en la película *Rain Man*; tenía que ver ciertos programas de televisión con ciertos rituales, como el juez Wopner de Tribunal popular con las bolas de queso y los palillos de dientes.

Hoy se diagnostica con autismo a quienes tienen unas destrezas sociales y un lenguaje deficientes y unos intereses muy restringidos. Estos síntomas y sus subconjuntos se expresan de múltiples maneras. Sea cual sea la mezcla de cada uno, sin embargo, todos los autistas comparten un profundo déficit de capacidades sociales.

De cada mil niños que nacen, uno o dos son autistas. Por cada niña autista hay de dos a cuatro niños. Durante años se creyó que el autismo era una enfermedad mental sin causa biológica, pese a que no hay elementos de juicio empíricos que refrendasen esa creencia. No obstante, las investigaciones más recientes han mostrado que el autismo tiene un fundamento genético. Es más probable que dos gemelos sean autistas que dos mellizos. Es de cincuenta a cien veces más probable que se dé dos veces en una misma familia de lo que cabría esperar de casualidad. Muchas autopsias han descubierto diferencias estructurales de los cerebros de los autistas -una vermis cerebral menor o unas estructuras celulares poco comunes en otras partes del cerebelo, del hipocampo y de la amígdala-, y las deficiencias que se observen en ellos en las pruebas de planificación, iniciativa e imaginación son parecidas a las de quienes tienen lesionado el lóbulo frontal.

Como se ha mencionado antes en este capítulo, uno de los aspectos más turbadores del autismo es la carencia de una teoría de la mente. Por ejemplo, los niños autistas no pueden entender que se finja ser algo, y cuando juegan no lo hacen. No está claro el porqué. Quizá no tengan un mecanismo innato gracias al que puedan retener lo suficiente su proceso de pensamiento como para saltar a un nivel de significado diferente, o tal vez les cueste pasar de una línea de pensamiento a otra. Están atados por lo que son. Son incapaces de ponerse en el lugar de otra persona. Es como si les faltase la facultad de manejar ideas y verlas desde más de una perspectiva, así como una poderosa fuerza integradora que busque significados. Con todo, hay autistas que aprenden rutinas sociales que ocultan sus deficiencias, y pueden destacar en disciplinas como la música o las matemáticas, que no requieren interacción social.

Otras teorías asocian el autismo a las lesiones del cerebelo, que interferirían con la coordinación fluida de los cambios de atención. Más recientemente, otro grupo de teóricos, el de Lynn Waterhouse y sus compañeros del Colegio Estatal de Trenton, identificó cuatro déficit neurofuncionales en el autismo. El primero es la canalectesia, un problema con el hipocampo, el centro de memoria del cerebro. En esta disfunción es

excesiva la densidad con que están empaquetadas las neuronas del hipocampo, con el resultado de que se fragmentan anormalmente tanto los hechos actuales como los recuerdos a largo plazo. El segundo es un problema con la amígdala que perturba la capacidad de asignar significados emocionales a los hechos a medida que pasan. El tercero es la asociabilidad, un problema con el sistema oxitocínico que lleva a establecer menos lazos, a asociarse menos con otros. El cuarto es una atención selectiva ampliada, un problema de los lóbulos temporal y parietal que hace que se procesen exageradamente las representaciones primarias; ahí el cerebro se atasca con algunos detalles. Pero no se han establecido las relaciones causales entre los síntomas, y la variedad de estos en el autismo hace difícil hallar una sola causa de este trastorno.

Sea cual sea la teoría que prevalezca, todas consideran que el autismo se debe a varias áreas del cerebro social. Algunos científicos piensan que podría ser el resultado de daños sufridos por el cerebro embrionario en su desarrollo. Patricia Rodier, de la Universidad de Rochester, comunicó que los hijos del 33% de las madres que ingirieron talidomida, antes de que se prohibiese su uso con las embarazadas, entre los días 24 y 27 del embarazo, fueron autistas; los fetos expuestos en otros momentos no padecieron la dolencia (la talidomida es un tranquilizante que se usaba para mantener el embarazo y se prohibió porque quedó probado que causaba defectos de nacimiento). El período entre los 24 y 27 días del embarazo es exactamente el tiempo en que las neuronas cerebrales empiezan a formarse.

Otras pruebas apuntan a lesiones en el tercer trimestre, en particular en el tronco cerebral, como la causa del autismo. Muchos autistas tienen problemas con los movimientos oculares, padecen una parálisis de los nervios faciales y sufren problemas auditivos indicativos de una lesión del tronco cerebral. Todas estas investigaciones pueden darnos una idea de cómo se ayuda a los autistas y de cómo el cerebro social funciona en las situaciones cotidianas.

LA BIOQUÍMICA DEL CEREBRO

Como les pasa a otras funciones cerebrales, las hormonas, las drogas y hasta la comida afectan a la actuación del cerebro social. Puede que no nos demos cuenta, pero estamos inclinados a cambiar nuestro cerebro social. Bebemos té y café, con los estimulantes que contienen, en nuestras reuniones sociales, y aceptamos automáticamente la obligada copa de vino o de martini al llegar a una fiesta. Todos esos productos son drogas sutiles que ayudan al cerebro a funcionar más socialmente... hasta un punto. Los clubes de fumadores, las chocolatadas de los campus universitarios y hasta los gimnasios inducen efectos en el cerebro social. Nos servimos del alcohol y la marihuana para calmar nuestra ansiedad y mejorar nuestro estado de ánimo y confianza en nosotros mismos ante los demás. Nos servimos del chocolate, el té, el café y la nicotina para mejorar nuestra atención a fin de poder hacer más caso a los demás y ser unos buenos acompañantes sociales. En psiquiatría usamos el Prozac y otros inhibidores selectivos de la recaptación de la serotonina para tratar la depresión, el pánico y la ansiedad, y se obtiene el beneficio añadido de mejorar la confianza social en sí mismo del paciente. Cuando tratamos a pacientes adultos de THDA con estimulantes, sus esposas comentan a menudo que la relación de la pareja mejora muchísimo: el paciente está más presente, escucha mejor y es, pues, más sociable.

Quizá aprendamos pronto cómo ajustar las hormonas y alterar los genes para modificar la función del cerebro social. Este tipo de investigación se basa en los estudios con animales sobre las hormonas que participan en la creación de lazos personales, en la monogamia y en la vinculación de los padres con sus hijos.

Muchas investigaciones del cerebro se ocupan de las dos fases primeras del amor romántico: atracción y apego. La atracción empieza cuando no se puede apartar de la cabeza a otra persona. Al final, hay una fijación en el amado y en las características que le hacen especial. Muchas personas dicen haber experimentado una variedad de emociones en esa etapa: entusiasmo, esperanza, timidez, incertidumbre y miedo. Puede también que haya una sensación de indefensión y una idea de adónde debería llegar, aunque no estuviese planeada, la relación. Las pruebas hechas en personas que se encontraban en esa fase muestran un aumento en el cerebro de una sustancia química, la feniletilamina, que está relacionada con las anfetaminas. Eso podría explicar el «subidón» que se tiene cuando se ve al amado, u otras reacciones fisiológicas, como que se tenga menos apetito o se duerma mal. Esta fase de la atracción suele durar de dieciocho meses á tres años. La razón de su caducidad tal vez sea que las neuronas del sistema límbico acaban por habituarse a la feniletilamina. Puede que se pase el estar colgado de alguien o que una historia de amor se convierta en rutinaria solo porque el cerebro sea menos sensible a su propia «anfeta».

El apego, la segunda fase, se asocia a los sentimientos de calma y paz. Una persona llega a estar segura de que la relación amorosa le respalda y la presencia de la amada le conforta. Se ha observado que el cerebro, en esta etapa, aumenta su producción de endorfinas, que están relacionadas químicamente con la morfina. La oxitocina y la vasopresina desempeñan asimismo un papel en la fase del apego entre un macho y una hembra. El aumento de estas hormonas o un incremento de la sensibilidad de los receptores de esas hormonas en el momento en que nace un niño pueden desencadenar el inicio de la fase del apego. Cuando los padres empiezan a cuidar a su hijo, inauguran también una fase de su relación en la que se cuidan mutuamente. Puede que la oxitocina y la vasopresina tengan también un papel en ese fenómeno.

Los modelos animales de las dos fases del enlace social -la atracción y el apego- respaldan la teoría de que las emociones amorosas se seleccionaron durante la evolución. Algunas especies animales se emparejan de por vida y se las ve abatidas fisiológicamente cuando se las separa de sus parejas. Otras exhiben la etapa de la atracción mediante elaborados rituales de cortejo, pero puede que permanezcan con la pareja solo desde la concepción al nacimiento de la cría. Los estudios de animales han hallado un instrumento de los niveles de vasopresina y oxitocina en la sangre y en el sistema límbico durante el acto sexual.

Algunos investigadores tienen la impresión de que hay una tercera fase del amor romántico: el desapego. El modelo animal es el del pájaro que abandona el nido. Los seres humanos se separan o divorcian. Puede que cause esta fase una sensación excesiva de seguridad. Los receptores cerebrales de las endorfinas del apego quizá vayan perdiendo sensibilidad. Está claro que no todas las parejas experimentan esta fase.

Las investigaciones han revelado que el 90% de los estadounidenses se casan en algún momento de sus vidas. Los antropólogos poseen datos que muestran que la mayoría de las personas en todo el mundo están casadas solo con un cónyuge a la vez. Si una cultura aprueba la poligamia, por lo general se limita a que un hombre se le permita tener más de una esposa. Estas estadísticas sobre la monogamia no tienen en cuenta el adulterio. En un entorno dominado por la evolución permanecer con un macho que cuidase de los jóvenes indefensos era ventajoso, pero esto no excluye la estrategia oportunista de la copulación extramarital.

La investigación de las pautas matrimoniales en todo el mundo ha mostrado que: 1) la mayoría de los divorcios se producen alrededor del cuarto año de matrimonio; 2) los divorcios son comunes cuando los cónyuges son veinteañeros; 3) la mayoría de los divorcios se producen cuando no hay hijos o solo uno, y 4) la mayoría de los divorciados

vuelven a casarse durante sus años reproductivos. Estos elementos de juicio refuerzan la teoría de que el lazo de la pareja se forma para concebir y cuidar de la descendencia. Tras un período de no haber concebido, puede que las parejas se sientan menos atraídas entre sí seguramente a causa de la infertilidad. Si la pareja concibe y cría un niño, es posible que vuelva a sentirse inquieta cuatro años después, porque a esa edad el niño necesita mucha menos atención. Además, un cambio de pareja sirve para producir una descendencia más variada genéticamente que quizá tenga ventajas en la supervivencia del mejor adaptado.

Thomas Insel y sus compañeros del Instituto Nacional de la Salud Mental de Estados Unidos llevan buscando desde hace años la manera en que las hormonas oxitocina y vasopresina influyen en los lazos sociales entre los animales. Esas hormonas -que son muy similares y difieren en solo un eslabón en una cadena, por lo demás idéntica, de nueve proteínas- se fabrican en el hipotálamo pero tienen efectos radicalmente distintos en el cuerpo. Desempeñan también un papel central en la atracción y el apego.

Las hormonas son esenciales para el sentimiento y la expresión del amor romántico (como todo el que ha pasado por la pubertad sabe). Se ha visto que las hormonas femeninas, el estradiol y la progesterona, contribuyen al interés sexual de las mujeres. Un pico en el nivel de testosterona de una mujer, en la ovulación, está correlacionado con un interés sexual incrementado.

Las hormonas oxitocina y vasopresina, que produce la glándula pituitaria en el cerebro, se han asociado al embarazo y al dar el pecho en las mujeres, y son importantes para la actividad sexual en ambos sexos. La oxitocina hace en las mujeres que los conductos de la leche del pecho se contraigan, con lo que la leche sale y el niño puede mamar. Se ha observado que causa la contracción de los músculos lisos tanto en machos como en hembras y que se segrega en ambos sexos durante el orgasmo. Puede que desempeñe un papel en la saciedad sexual y que sea un factor importante en los lazos sociales. Facilita además el comportamiento sexual de ambos sexos, y se ha comprobado que en los machos potencia la erección.

La oxitocina es una hormona importante y mensajera química del cuerpo, pero sirve también como neurotransmisor del cerebro. Participa casi en cada tipo de lazo entre animales: parental, fraternal, sexual, incluso en la capacidad de aliviarse uno mismo. Ha desempeñado un papel esencial en la evolución del comportamiento social, en particular en el de los mamíferos. Puede que ejerciera su primer papel evolutivo en el establecimiento del lazo entre madre y niño. Desde entonces nos hemos servido de su capacidad para influir en el cerebro que nos ayuda a formar alianzas y camaraderías, y ha acelerado la evolución de las destrezas cognitivas avanzadas. Esto, a su vez, ha mejorado la calidad y la duración de la vida humana.

La vasopresina, esencial para el embarazo, actúa también como un neurotransmisor, y se han correlacionado los niveles altos con el comportamiento sexual masculino.

Las feromonas constituyen otro grupo de sustancias químicas que participan en el comportamiento sexual y hacen de mensajeras de un organismo a otro. Los animales usan las feromonas para determinar cuándo puede que la pareja esté ovulando y en celo, pero de momento no hay pruebas concluyentes del papel que desempeñan en los seres humanos. Algunos investigadores afirman que la sincronización de los ciclos menstruales en situaciones vitales en que concurren solo mujeres se podría atribuir a las feromonas. Un estudio reveló que el androstenol del sudor masculino aumentaba las interacciones sociales de las mujeres con los hombres. Algunas casas de perfumes han llevado al mercado perfumes potenciados con feromonas: apuestan a que esas sustancias químicas son importantes para el comportamiento sexual humano.

Hay también áreas concretas del cerebro que participan en el comportamiento sexual. Se ha demostrado que el área preóptica medial es fundamental para el comportamiento sexual de los machos. En los estudios con animales se ha visto que estimular esta área genera una conducta copulativa. A la inversa, la copulación aumenta la actividad en ella. La destrucción del área preóptica medial elimina el comportamiento sexual masculino.

El núcleo medioventral del hipotálamo es esencial para el comportamiento sexual femenino. Las hormonas estradiol y progesterona actúan ahí. Esta zona tiene conexiones con la materia gris periacuedúctica del mesencéfalo, que también es importante para el comportamiento sexual femenino. La materia gris del periacueducto está conectada con la formación reticular de la medulla y la médula espinal, que se activa en la reacción de la lordosis, la postura sexual femenina. La amígdala medial tiene conexiones con los bulbos olfativos y desempeña un papel en la percepción de la feromona. El olfato manda en cuanto el sistema olfativo se conecta directamente con la amígdala. Las feromonas, que son la poderosa guía ínsita para la acción en una especie, van derecho al punto por donde se entra en el sistema límbico.

HOGAR, HOGAR DE LA PRADERA

Ninguno de los aspectos neuroquímicos del sexo es exclusivo de los seres humanos; tampoco ninguna de las tres formas primarias de amor, así que es posible investigar la base neuronal del apego social en los animales. Curiosamente, lo que nos ha permitido comprender mejor el apego social ha sido el estudio de un roedor, del tamaño de los ratones domésticos, el ratón, o ratilla, de pradera.

La validez de que se relacione la investigación del comportamiento sexual de los animales con el de los seres humanos es objeto de un feroz debate antropológico, pero los paralelismos entre los hábitos sexuales y sociales de los ratones de pradera y los de los seres humanos llaman la atención. La mayoría de los hombres y de las mujeres son monógamos y se casan solo con un individuo a la vez, pero únicamente el 3 % de los mamíferos son monógamos. Los ratones de pradera manifiestan muchas de las características clásicas de la monogamia: las parejas con crías comparten el mismo nido, donde mantienen frecuente contacto, machos y hembras participan proporcionalmente en los cuidados parentales, la prole permanece sexualmente inactiva mientras está dentro del nuevo grupo familiar y los intrusos del sexo que sea son rechazados. Tras la muerte de uno de los componentes de la pareja, se acepta a un nuevo compañero solo un 20% de las veces. Cuando los ratones de pradera se emparejan, lo hacen de por vida.

Pese al divorcio, los seres humanos pretenden emparejarse de por vida, establecer un hogar, construir redes de familia y amigos, y tener y criar hijos. Las relaciones soportan permanentemente la carga de diversas limitaciones sociales y económicas, lo que sugiere que el divorcio o los asuntos extramaritales quizá no manifiesten una desviación biológica. Está claro que la monogamia humana es una garantía de debate inacabable, pero para los propósitos de estas páginas, supondremos que los seres humanos, como los ratones de pradera, se esfuerzan, como mínimo, en ser una especie monógama.

Además de su naturaleza muy sociable y monógama, los ratones de pradera tienen una segunda virtud para la investigación: la posibilidad de hacer estudios comparativos. Le toca el turno al ratón de montaña. Se parece mucho al de pradera, pero se le suele encontrar en madrigueras aisladas, muestra poco interés por el contacto social y es evidente que no es monógamo. Exhibe poco comportamiento parental, si es que exhibe alguno; la hembra abandona con frecuencia a sus crías entre 8 y 14 días después del parto. Como el mellizo bueno y el malo, los ratones de pradera y de montaña comparten

un fundamento genético parecido pero difieren sustancialmente en sus personalidades sociales.

Por estas razones, los unos y los otros son objetos naturales del estudio de los sustratos neuronales del apego social. Las dos especies difieren de manera notable en la distribución de los receptores de la oxitocina y la vasopresina. Por ejemplo, tras el parto, cuando la hembra del ratón de montaña muestra un leve comportamiento maternal, la pauta del enlace de la oxitocina cambia y se parece a la del ratón de pradera. Las diferencias en la distribución de los receptores de la oxitocina y la vasopresina entre los ratones de pradera y de montaña parecen contribuir grandemente a las diferencias entre sus conductas sociales.

La formación de un vínculo de pareja requiere la generación de una preferencia por el compañero sexual con respecto a los extraños. Los ratones de pradera emparejados prefieren estar junto a su pareja que con otros ratones y siguen mostrando preferencia por sus parejas incluso tras semanas de separación. No es sorprendente, en cambio, que las hembras de ratón de montaña sean ambivalentes con respecto a preferir al macho con el que se emparejaron. Además, tras el apareamiento, los machos de ratón de pradera se vuelven muy agresivos contra los demás machos con el único propósito de conservar su pareja. Los machos de ratón de montaña, por el contrario, no se muestran agresivos tras el apareamiento.

Varias pruebas indican que la oxitocina y la vasopresina han adoptado papeles diferentes en los machos y en las hembras de ratón de pradera. No es difícil equiparar los vínculos sociales de pareja de los ratones de pradera al apego social más evolucionado que se observa en los seres humanos. Por ejemplo, una vez establecida una relación monógama, la mayoría de las parejas humanas prefiere disfrutar de sus momentos de intimidad con el compañero o compañera elegidos antes que con un extraño (si bien la promiscuidad varía de unas personas a otras). Tampoco es raro que un marido o un novio tomen represalias contra un intruso indeseado si este amenaza su relación. Está claro que los seres humanos establecen vínculos duraderos y selectivos, pero el papel de la oxitocina y de la vasopresina en este proceso sigue aún, en gran medida, sin explorar.

Enúl Coccaro y sus compañeros de Filadelfia comunicaban hace poco que había una correlación entre los niveles de vasopresina y la agresividad de por vida en pacientes con trastornos de la personalidad. C. E Ferris y sus colegas del Centro Médico de la Universidad de Massachusetts han informado de que parece haber una relación recíproca entre la vasopresina y la serotonina, y que esta quizá inhiba la cólera inducida por la vasopresina deteniendo su secreción en el hipotálamo. Por eso usamos en los experimentos con ratones de pradera y hámsteres fármacos potenciadores de la serotonina para tratar la agresividad; el nivel de vasopresina sube por las nubes en los ratones de pradera y en los hámsteres cuando son padres. Puede que esto tenga un efecto directo en las reacciones paternas protectoras y agresivas. Dada la falta de verdaderos datos, es divertido, pero absurdo, conjeturar que el aumento de la vasopresina en el padre en el parto y alumbramiento y el incremento de la vasopresina en una relación bien asentada- hace que ese padre sea más agresivo. Y como esto ocurre un poco en la amígdala, se podría ir más lejos y conjeturar también que la violencia doméstica y la protección paterna que se manifiesta en los alcohólicos violentos y similares están alimentadas por una cantidad incrementada de vasopresina.

La oxitocina y la vasopresina influyen en varias otras formas de apego social, entre ellas la conducta parental. Cuando se administra la oxitocina a ratas, facilita la aparición del comportamiento materno, y cuando se bloquea su transmisión se produce una inhibición significativa de dicho comportamiento. Como pasa en los ratones de montaña, los receptores de oxitocina aumentan en dos regiones límbicas clave del cerebro cuando

aparece el comportamiento materno en las ratas. Los cambios en los enlaces en los receptores pueden ser rápidos y profundos; algunos estudios han mostrado un aumento del 300% en los enlaces del hipotálamo a las 72 horas del nacimiento.

En los seres humanos, la oxitocina se segrega en el torrente sanguíneo durante el parto y la crianza. Los investigadores apuntan que las hembras sin ese aumento radical de la neurotransmisión de la oxitocina mostrarían un esfuerzo normal en el parto, pero dejarían de experimentar los cambios de motivación esenciales para los cuidados maternos. Esta claro, eso sí, que la conducta materna humana no comienza al parir y no requiere ni de los esfuerzos del parto ni de la crianza.

Es importante señalar que la oxitocina es solo un eslabón en una cadena compleja de reacciones neuroquímicas necesarias para el comportamiento materno. Steven Thomas y Richard Palmiter, de la Universidad de Washington, han indicado que quizá les falte a las madres que no sienten apego a sus recién nacidos una ruta neuronal disparada, por lo normal, por el acto de dar a luz. A unas ratonas les fue desactivado un gen, el *Dbh*, que produce la enzima beta-hidroxilasa de la dopamina, precursora de la norepinefrina, y los resultados fueron interesantes: la tasa de supervivencia de la descendencia de esas mamás con el gen desactivado era de solo un 35%, pero ascendía a un 85% cuando los recién nacidos se entregaban a madres adoptivas con el gen *Dbh* normal. Además, cuando se inyectaba norepinefrina a las ratonas sin el gen durante el parto, sus habilidades para la crianza mejoraban y sobrevivía alrededor de un 75% de sus crías.

¿Y los instintos paternos? Cuando se ha inyectado vasopresina en el septum lateral de los machos de ratón de pradera, ha aumentado el tiempo que los machos pasan con sus retoños. Además, cuando se inyectaban antagonistas de la vasopresina en la misma región se observaba una disminución de las atenciones paternas. Respaldan estos resultados estudios afines de Geert DeVries y sus colaboradores de la Universidad de Massachusetts en Amherst. DeVries demostró que aparece testosterona para regular la síntesis de vasopresina y el comportamiento paterno en los machos de ratón de pradera. Halló que la testosterona tiene la capacidad dual de hacer que los machos de ratón de pradera sean agresivos con los de fuera pero amistosos con sus crías y propensos a cuidarlas.

EL ÉXITO SOCIAL

Está claro qué las sustancias bioquímicas del cerebro influyen en la capacidad de entregarse al sexo, al amor, a la creación de vínculos y al cuidado de los hijos, conductas sociales fundamentales todas ellas. Los antropólogos han visto que el amor romántico es universal, que se da en todas las culturas, lo que supone una prueba rotunda de que tiene un fundamento biológico. Desde una perspectiva evolutiva, los sentimientos de atracción y amor puede que hayan evolucionado como una forma de que dos adultos establezcan vínculos entre ellos, conciban y proporcionen el cuidado prolongado que las indefensas crías humanas requieren. En el entorno ancestral, eran necesarios dos humanos adultos para proteger a los niños pequeños de los depredadores y ofrecer alimento suficiente. Hoy, sabemos que dos adultos juntos proporcionan un entorno para el aprendizaje y maduración mejor y más estable para el cerebro en desarrollo de un niño pequeño. Como la evolución ha descubierto que lo más adecuado para los seres humanos es que vivan relaciones largas, el cerebro humano necesita y quiere interaccionar con otros. Ansía enamorarse y se esfuerza en mantener una relación primaria.

La clara influencia del cerebro en nuestra facultad de mantener relaciones amorosas es una poderosa señal del poder que tiene de influir en nuestro ser social. La capacidad

de continuar con otra persona requiere tanto un cerebro social fuerte como cualquier otra acción psicológica o intencional. El comportamiento social constructivo requiere un cerebro social sano, una activación de las neuronas tan intrincada como los mecanismos que controlan el lenguaje, el movimiento o la emoción.

Los individuos necesitan la sociabilidad tanto como poder luchar o huir. Es necesaria para la supervivencia humana. Los niños a los que no se tiene en brazos o se priva de amor de pequeños es posible que crezcan perturbados o asustados, o que se vuelvan peligrosos. Los adultos que se aíslan del mundo son más propensos a morir comparativamente jóvenes. Estamos concebidos para vivir en grupo. Si podemos empezar a entender cómo afecta el cerebro a la actuación social tendremos más éxito incluso como criaturas sociales en el futuro.

LOS CUATRO TEATROS ¹

El día que se concibe un niño empieza ya a percibir el mundo exterior y se vuelve además consciente de sus propios estados internos, de su hambre, de su cansancio o de que se siente incómodo. Cuando nace y se desarrolla empieza a prestar atención a la luz, luego a las voces, y a más y más estímulos externos e internos. A medida que los niños crecen y aprenden comienzan a adquirir un conocimiento consciente de lo que perciben. De paso, los dos hemisferios de sus cerebros, sus características masculinas o femeninas y sus funciones cerebrales principales -el movimiento, la memoria, el lenguaje, las emociones y la destreza social- maduran. Por último, todos los niños se convierten en individuos con una identidad única, un conjunto especial de comportamientos y sus propios problemas, en su mayor parte leves, pero a veces lo bastante graves como para que se los considere perturbaciones mentales.

Pese a toda esa actividad que tiene lugar en el cerebro, el tratamiento de los trastornos mentales -extremos o leves- se ha centrado en un solo aspecto, en los «afectos»: el estado emocional de la persona. Desde los primeros días de la psiquiatría, no ha habido diagnosticador que no haya preguntado «¿Cómo se siente usted?». Los sentimientos son lo que hiere al paciente y el terapeuta se ve atraído hacia ellos porque quiere curar la herida. Pero los sentimientos no son la causa de los problemas, sino el resultado, el producto de una cantidad enorme de actividad cerebral, en la que intervienen la percepción, la atención, la conciencia y las funciones cerebrales.

El estado emocional de una persona es una consideración terapéutica importante, claro está, porque es el medio por el que el cerebro se comunica a sí mismo aspectos cualitativos de la experiencia. Pero como hemos visto en capítulos anteriores, los muchos avances de la neurología indican que hay casi siempre una raíz biológica, o al menos una contribución biológica, en cada trastorno «mental». La depresión, la cólera o la ansiedad pueden ser los síntomas que conducen a un paciente a buscar tratamiento, pero la causa del sufrimiento será a menudo una deficiencia neurológica a la que no se puede acceder, no digamos ya modificar, mediante la psicología convencional basada en la introspección o las drogas psicoactivas.

Si el médico le pregunta a su paciente cómo se siente, se estará quedando en la superficie. La primera pregunta para establecer un diagnóstico debería ser más bien: «¿Cómo percibe y capta usted el mundo?». O más en general: «¿Cómo adquiere usted sus conocimientos?». En este enfoque el médico investiga, junto con el paciente, cómo percibe este el mundo, cómo se relaciona con las percepciones, cómo llega a ser consciente de ellas y cómo las entiende, y cómo se vale de las muchas funciones del cerebro para conseguir ese entendimiento. El médico hace de coexplorador de los factores fisiológicos que quizá estén modelando los aspectos psicológicos de la experiencia del paciente.

Esta forma de ver las cosas conduce a un modelo radicalmente diferente, pero simple, de analizar la experiencia humana, que ahonda la superficie emocional de los sentimientos sin dejar de reconocer que las emociones condicionan el proceso en su totalidad. Dicho modelo consta de cuatro «teatros» donde transcurren las exploraciones, que confluyen y se retroalimentan unos en los otros: la percepción capta los estímulos que le llegan; la atención, la conciencia y la cognición filtran y procesan esas

¹ Este capítulo está basado en pensamientos desarrollados a lo largo de muchos años y en las contribuciones de Robert Kirkpatrick y Jeffrey Sutton.

percepciones; las funciones cerebrales trabajan a continuación con esta información e influyen en cómo se percibe y procesa la información subsiguiente; el resultado final es un comportamiento y, por último, una identidad. Mediante la investigación lógica de cada teatro los médicos -y las personas mismas en general- pueden encontrar la causa fundamental de las dificultades y concebir curas duraderas.

¿POR QUÉ UNA PERSPECTIVA NUEVA?

El empeño tradicional por desvelar los traumas ocultos supuestamente responsables del sufrimiento está siendo sustituido en gran medida por la búsqueda de desequilibrios en los neurotransmisores, de genes aberrantes y funciones cerebrales alteradas. Donde antes hablábamos del superyó, el yo y el ello hoy hablamos de serotonina, secuencias de genes y redes neuronales de diversas regiones cerebrales. No obstante, quienes se dedican a la salud mental siguen intentando tratar los afectos directamente, como si fuesen la enfermedad misma, en vez de probar a investigar las maneras en que podrían ser una consecuencia de los trastornos soterrados del paciente. Además, siguen empecinados en una noción pasteuriana de la enfermedad: un patógeno, un antígeno, una cura.

La presión que ejerce el deseo de ofrecer un alivio inmediato hace además que muchos médicos y pacientes se vuelvan adictos a buscar una etiqueta diagnóstica oportuna y cómoda, y a lo último en fármacos que curen la aflicción. La persecución, para cada problema de comportamiento, de un solo gen malvado no intoxica menos, y los medios de comunicación han fomentado unas ilusiones infundadas entre el público en general, que ahora espera, sin más ni más, curas milagrosas del sufrimiento. Esta inclinación es desafortunada y perturbadora.

La verdadera medida del efecto de un fármaco no es el grado en que los síntomas sobre los que actúa se alivian, sino el grado en que el paciente que lo toma siente que su vida ha mejorado. En una era en que el Prozac se toma casi tan a menudo como las aspirinas, los médicos tienen la tentación de atacar cualquier problema emocional o de conducta recetando algo. Con demasiada frecuencia los síntomas se mitigan pero no se curan, y el alivio se logra a expensas de otras dimensiones de la vida del paciente.

Sedar el cerebro demasiado activo con medicación puede que calme los miedos y preocupaciones de un paciente, pero a menudo lastra su capacidad cognoscitiva. Los estimulantes tal vez prolongan el tiempo en que una persona mantiene la atención, pero debilitan su creatividad. El litio estabiliza los bandazos del estado de ánimo, pero merma la memoria a corto plazo. Los neurolépticos amortiguan las alucinaciones, vívidas y terribles, de las psicosis esquizofrénicas, pero a menudo erosionan la motivación y ahogan las capacidades cognoscitivas. Aunque la psiquiatría ha logrado finalmente que se la reconozca como una ciencia médica, la farmacoterapia sigue siendo una herramienta burda y primitiva para tratar un órgano que solo estamos empezando a entender. ¿De qué facultades y fuentes de satisfacción espera prescindir un paciente psiquiátrico por mor de lo que conviene terapéuticamente?

La farmacoterapia no es un proceso que desvele la verdadera causa básica del problema y permita que el paciente participe en su propio tratamiento. Apenas si hay un aspecto de la personalidad, las emociones y la cognición que no varíe continuamente a lo largo de un espectro entre los extremos. Un individuo puede exhibir cualquier combinación de formas moderadas de THDA, TOC, manía, paranoia, depresión, autismo u otros rasgos «patológicos» en un grado u otro, y sin embargo vivir una vida normal y productiva. Cada uno de esos rasgos puede en realidad ser mecanismo adaptativo que afecte al comportamiento y compense una deficiencia neurológica.

Casi el 50% de la población estadounidense, al menos una vez en su vida, experimenta alguna forma de algo tradicionalmente clasificado como enfermedad mental. Pero solo cuando una determinada combinación de alteraciones neurológicas y de la conducta llega a dominar la capacidad de la persona de vivir una existencia productiva, asignan los médicos la etiqueta diagnóstica de «trastorno». Eso es porque el médico no puede hallar pruebas de formas más leves de

la dificultad los síndromes encubiertos- si el paciente no le ayuda a analizar problemas sutiles de la vida diaria que abrirían la puerta y harían que los dos exclamaran al unísono: «¡Ajá!». Aunque es vital para cualquier facultativo reconocer los patrones de conducta en que tiende a caer el comportamiento humano, la ciencia del diagnóstico y de la curación siguen siendo en buena medida un arte personal.

Cada cerebro es una expresión única de la interacción de una serie de dinámicas neurológicas; necesitamos un paradigma nuevo, con muchas facetas, que defina los trastornos mentales con mayor eficacia. La tarea a la hora de evaluar a un individuo consiste en determinar qué factores, tanto neurológicos como psicológicos, contribuyen directamente a su patología. El médico debe intentar enterarse de cómo experimentan sus pacientes el mundo, y en un sentido muy real, físico.

¿CÓMO LLEGA USTED A SABER?

Siguiéndole los pasos a la experiencia desde la percepción a la identidad conseguimos dos objetivos valiosos. El primero es que los pacientes se conviertan en participantes activos en la búsqueda de un origen biológico de sus percepciones erróneas. El segundo es que ese enfoque los libera de mucha vergüenza y de mucho reproche a sí mismos en cuanto ven los orígenes biológicos de sus cuitas. Buena parte de la vergüenza, de la culpa y del desprecio hacia sí mismos que los pacientes experimentan -y todos nosotros también- procede de la creencia (de la que el psicoanálisis se hizo eco inadvertidamente) en que los fallos debidos a las deficiencias de una persona dimanen de problemas morales. ¡Absurdo!

Que quede claro que no pretendo ampliar la lista cada vez mayor de síndromes que acaban por ser una forma de indulgencia; actuar correctamente sigue siendo la meta final. Pero si desde el primer día de la terapia el médico explora las peculiaridades y entresijos de la manera en que sus pacientes procesan sus experiencias, buena parte de las críticas que los pacientes dirigen, sin saberlo, contra sí mismos se transformarán en impulsos constructivos e inspiradores encaminados a una mayor conciencia de sí, a la responsabilidad y al cambio. El simple acto de indicar con precisión un trastorno físico suele ser suficiente para que se provoque una transformación notable en la vida del paciente. Puede que los sentimientos sean la causa del malestar, pero ocultan también el problema. Además, a la vista de la pobreza de nuestro conocimiento del cerebro, parece más productivo que los médicos reemplacen la confianza en las categorías de diagnóstico con la curiosidad y una humanidad bien informada.

Que quede también claro que no desprecio la psicología. El asesoramiento psicológico sigue siendo necesario en muchos casos, pero solo después de que se hayan sopesado, si no modificado, la causa y el efecto biológicos. Incluso aunque las emociones fuesen en gran medida la causa del problema, las habrá creado el disparo físico de neuronas en el cerebro. Además, incluso aunque un trauma emocional sea la causa raíz del problema, ese trauma reorganiza los circuitos cerebrales, resultado biológico al que puede dársele la vuelta.

De manera similar, debemos recordar que la biología del cerebro está influida por el entorno del individuo. Las influencias externas a las que está expuesta una persona -que

experimente cariño o malos tratos, que se le hable o haya silencio, que se le tutele o se le escarnie, que se le apoye o se le ridiculice- alteran la red de conexiones neuronales del cerebro, guiada, si no, por los genes. Un análisis reciente de más de 200 estudios de la inteligencia llegaba a la conclusión de que la crianza podía más que la naturaleza en la determinación hasta del cociente de inteligencia de una persona. Los factores medioambientales, especialmente durante las primeras fases del desarrollo, afectan al cociente de inteligencia más que los genes.

El médico, al intentar dilucidar cómo capta físicamente el mundo un paciente, puede lograr una comprensión más precisa, empática y eficaz de su experiencia. Gracias a una observación sistemática de la adaptación del cerebro a la experiencia el terapeuta puede establecer vínculos más inmediatos, desembarazados de sensaciones de culpa, con los pacientes, la mayoría de los cuales no había pensado nunca en la posibilidad de que los medios con los que experimenta puedan ser la causa de sus problemas. Cuando los pacientes se convierten en investigadores pueden participar de manera que el proceso terapéutico se enriquezca y potencie mucho. La ventaja principal del enfoque de los cuatro teatros es que ofrece al terapeuta una fuente hasta entonces oculta de poder explicativo.

LOS CUATRO TEATROS DEL CEREBRO

La metáfora del teatro está ganando de nuevo popularidad porque sugiere la unificación de muchas partes y piezas pequeñas que actuando solas no son casi nada, pero que concertadas conforman, modelan, crean algo. Piénsese, por ejemplo, en la memoria. La investigación de la memoria se centra en estos días en el proceso de almacenamiento: cómo se construye un recuerdo y cómo cambian las sinápsis, como si se tratase de un proceso al margen de la recuperación de los recuerdos. No lo es. El almacenamiento y la recuperación de los recuerdos están integrados. La memoria es uno y el otro proceso. Es la recuperación y es las neuronas físicas que guardan las piezas del rompecabezas de la memoria. Como apunta Endel Tulving, el viento es a la vez la energía y las moléculas de aire que se mueven juntas.

La metáfora del teatro es útil porque hay pruebas de que la conciencia crea el acceso a muchas áreas de conocimiento del cerebro. Es el escenario donde sucede lo demás. Es la combinación de la estructura y la función de la percepción, o la memoria, o el lenguaje, y lo que los convoca a funcionar y actuar.

Los cuatro teatros se levantan junto a un río neurológico de la mente, cada uno está más río abajo con respecto a la experiencia inmediata que el que le precede. La información sensorial entra en el primer teatro, la percepción, y fluye por la atención, la conciencia y la cognición; a continuación lo hace por las funciones cerebrales, como el lenguaje o la destreza social, y entra en el cuarto teatro: ese en quien se ha convertido el que percibe. Puede imaginarse este río de la mente como una corriente que baja desde nuestras experiencias inmediatas, siempre cambiantes, hacia el dominio, que cambia despacio, de la personalidad y la conducta.

No es un simple proceso lineal. Hay también un flujo ascendente. Cualquier factor que afecte al tercer teatro, el de la funcionalidad cerebral, por ejemplo, puede remontar la corriente y afectar a la conciencia y a la percepción, así como baja con ella para influir en el comportamiento. Como el cerebro es una red interconectada, un sistema complejo, el influjo de cualquiera de sus partes llega a las demás, de manera que el tratamiento clínico de cualquier teatro tendrá un efecto en la corriente entera.

Piense en un río de verdad. El poderoso Hudson tiene más de un kilómetro de ancho y treinta metros de profundidad a su paso por la costa occidental de la isla de Manhattan.

Pero empezó como un regato en los montes Adirondack, unos trescientos kilómetros al norte. Esa corriente inicial, la percepción, fluye hacia el sur, hacia Albany, donde se combina con el río Mohawk y se convierte en una mayor, la conciencia. Sigue bajando, y entra en el ancho valle de Hudson, donde los afluentes locales lo alimentan y crean un curso de agua aún mayor, la funcionalidad. Cuando este río, ahora grande, llega a la punta norte de Manhattan, un estuario de agua salada se adentra en él, lo que le da su cuarto y último carácter, y su identidad definitiva, a su paso por el centro de la ciudad y por Wall Street para acabar desembocando en la bahía de Nueva York.

Como en el cerebro, hay bucles de retroalimentación. Si el tiempo es cálido en la ciudad de Nueva York, el agua se calentará y el calor fluirá hacia el norte. El agua salada del estuario se mueve en esa dirección también. De forma análoga, si las condiciones cambiantes afectan a un teatro, este, a su vez, afectará a los demás; si crecen hierbas y algas en los segmentos lentos del río medio, en el valle de Hudson, quedará luego afectado el contenido de oxígeno tanto corriente arriba como corriente abajo.

En cuanto se entiende este modelo queda claro que es una necedad hallar un problema en un teatro e intentar enmendarlo actuando solo en él. Si se mueren los peces en la sección del valle del Hudson, es muy posible que los científicos que miren allí encuentren contaminación en el lecho del río. Los departamentos de obras públicas se gastarán quizá millones de dólares en extraer el fango del fondo, únicamente para descubrir más tarde que los peces siguen muriendo. ¿Por qué? Porque el origen de la contaminación está mucho más arriba; pequeñas industrias la han vertido allá en pequeñas cantidades y se ha ido acumulando al paso de las aguas.

Merece la pena repetir que no experimentamos la vida por etapas, sino como un ente sin suturas. La analogía fluvial de los cuatro teatros es un marco conceptual que nos vale para entender y tratar el fundamento biológico de la psicopatología. Pero a su vez es de lo más útil en la determinación de la naturaleza de las reacciones emocionales y de conducta del individuo, ante la vida en general y por momentos.

Mi esperanza es que con el marco metafórico de los cuatro teatros podamos ir basando la moderna atención de la salud mental en un método más holístico de curación. Si los psiquiatras empiezan en la parte alta de la corriente y se van abriendo paso río abajo tendrán más oportunidades de identificar las verdaderas etiologías de los trastornos que quieren tratar y de modificar el entorno de manera que se haga frente a las limitaciones internas de los pacientes con el perdón de estos a sí mismos y los pasos efectivos para corregir los problemas correspondientes. Fijémonos primero en cada uno de los cuatro teatros y pensemos después en cómo trabajan concertadamente como sistema.

El primer teatro: la percepción

El cerebro no guarda de forma mecánica la información que adquiere. Cambia constantemente cada vez que interacciona con el mundo. Cada una de esas veces se convierte en la información. La percepción es la puerta de entrada de toda experiencia. A menudo las dificultades de este teatro empiezan pronto en el desarrollo físico, pero las causas se manifiestan por lo común mucho después y mucho más abajo en la corriente. Una deficiencia perceptiva es posible que cambie radicalmente el curso del desarrollo cognoscitivo, emocional y social, igual que un cambio considerable en la corriente allá en el norte, en las Adirondacks, tendría importantes consecuencias en el río más al sur. Es especialmente probable que las anomalías del aparato perceptivo socaven una cantidad considerable de funciones neurológicas.

Un problema perceptivo está tan arriba en la corriente con respecto a los grandes centros de atención de nuestra vida, las perturbaciones emocionales, las dificultades sociales o las conductas destructivas, que a menudo es difícil para el individuo o para el médico identificar, o imaginar incluso, que un problema perceptivo sea la causa raíz de un gran trastorno en la vida. Es aún más difícil porque no hay un patrón objetivo que diga cuándo es «normal» una percepción. Una vida de percepciones erróneas deja a muchos pacientes avergonzados de sus limitaciones y temerosos de repetir fallos. La percepción es el punto de partida del diagnóstico porque la vida mental se desarrolla primariamente como reacción a la información que capta el cerebro.

El segundo teatro: atención, conciencia y cognición

Cuando prestamos atención á una percepción adquirimos conciencia de ella, y pensamos sobre ella o reaccionamos a ella. El segundo teatro abarca la experiencia consciente del mundo por una persona. Es la manera en que una persona se representa el mundo a sí misma, por momentos, y la manera en que interpreta lo que pasa en él. Los problemas en la percepción, en la parte alta de la corriente, causan gradualmente deficiencias cognoscitivas a medida que el cerebro intente aprender con toda una vida de informaciones equivocadas y adaptarse a ellas. La conciencia está sujeta también a sus propias minusvalías, en especial las dificultades con la atención y la memoria de trabajo.

La calidad de la conciencia de sí interna puede deteriorarse cuando unas percepciones mal formadas no ofrecen la base estructural necesaria para que los cambios de la atención estén bien coordinados, y cuando unas redes cognoscitivas mal formadas conducen a representaciones internas confusas del mundo. Esa situación deja al cerebro atrapado en un estado de «ruido» constante y ávido de información precisa. Explorar cómo capta conscientemente una persona lo que le rodea es el medio más directo para aprender acerca de su experiencia del mundo. Conocer las capacidades razonadoras, la inteligencia social y las tácticas cognoscitivas de supervivencia de una persona es esencial para tratar cualquier problema del cerebro y de la mente.

El tercer teatro: la función cerebral

El tercer teatro comprende las funciones primarias del cerebro, el movimiento, la memoria, el lenguaje y el cerebro social, a todas las cuales afectan las diferencias entre los hemisferios cerebrales. Estos procesos influyen directamente en la experiencia momento a momento de la vida, y sin embargo se adaptan más bien despacio. Las funciones cerebrales contribuyen a la experiencia consciente y a la vez esta va moldeándolas gradualmente. Las redes del cerebro modifican su conectividad a medida que se retroalimentan en ellas los entornos externo e interno, con lo que se alteran la memoria a largo plazo, el grado de excitación, los sentimientos, la reactividad, el ritmo, los tiempos, la motivación, la susceptibilidad emocional y otros rasgos diversos al paso que envejecemos.

Las funciones cerebrales están río abajo con respecto a los dos primeros teatros de nuestro modelo porque emergen y se desarrollan como respuesta a las experiencias de todo tipo que entran en la conciencia desde la percepción. Un segundo teatro lleno de ruido mental puede distorsionar las funciones del tercero de numerosas formas, entre otras el THDA, el TOC, el autismo y los trastornos de ansiedad.

Los médicos están ahora mismo aprendiendo que es posible que esa corriente que baja del segundo teatro al tercero tenga especial importancia en el tratamiento del abuso de sustancias. Están viendo, por ejemplo, que muchas personas que se exceden con el

alcohol y la marihuana lo hacen porque la droga calma el ruido de sus segundos teatros. Para otros, la cocaína o la nicotina mejora la atención y la memoria a corto plazo. En ambos casos la droga suprime el ruido que, si no, llegaría hasta el tercer teatro desde el segundo, y gracias a ello se concentran mejor. Así mejoran temporalmente sus funciones cerebrales, sobre todo el lenguaje y la memoria. El problema evidente, no obstante, es que la droga interfiere también en la comunicación normal entre las neuronas, con el resultado de que hay problemas físicos y de conducta cada vez que se usan y una destrucción general del cerebro a largo plazo; ambas consecuencias anulan cualquier beneficio transitorio debido a la mejora aislada de los niveles de ruido.

Como los demás teatros, el tercero puede crear dificultades por su cuenta, entre otras con el lenguaje, el sentido del tiempo al hacer las cosas, la reacción de sobresalto, los niveles de excitación y la desenvoltura física y social. Muchas de estas dificultades son demasiado complejas, con mucho, para los actuales tratamientos farmacológicos y psicológicos. Por ejemplo, una deficiencia del desarrollo en la coordinación motriz en el cerebelo puede perjudicar a la atención, el estado de ánimo, el razonamiento, el lenguaje e incluso a la destreza a la hora de acercarse a los demás en situaciones sociales. Hoy en día no tenemos fármacos o terapias habladas que puedan corregir el problema directamente. De modo semejante, varias anomalías de los centros del lenguaje del cerebro no solo pueden alterar la manera en que se experimentan los estados emocionales, sino la manera en que se explican a cónyuges, jefes o terapeutas.

Los problemas del tercer teatro pueden confundir aún más cuando se combinan con una información defectuosa procedente de los dos primeros. Quienes sufren de anosognosia no son conscientes de sus parálisis, cegueras u otras minusvalías de bulto; hasta las niegan con vehemencia. Cuesta imaginar que alguien pueda dejar de percibir, y por lo tanto que llegue a negar tajantemente, hechos tan evidentes, pero esta dolencia es muy real.

Hay también formas más suaves de este problema. Mientras que los disléxicos son a menudo completamente conscientes de que tienen mermada su competencia como lectores, los «disléxicos sociales», en cambio, puede que vayan de metedura de pata en metedura de pata a lo largo de su vida sin tener ni la menor idea de que carecen de destreza interpersonal. A los psiquiatras se les escapan los indicios con no menos frecuencia porque el origen está a menudo en una percepción visual deficiente o una carencia de ritmo social debida a una mala coordinación motriz. O esos síntomas no son abordados en el tratamiento, o se acaba por «diagnosticar» que la persona tiene algún defecto de carácter que no puede enmendarse.

El cuarto teatro: la identidad y la conducta

El cuarto teatro es lo que «sale» del cerebro: las decisiones que se toman, la conducta, el sentido histórico de uno mismo. Es la suma total de los rasgos neurológicos y de la personalidad que, en un momento dado, constituyen aquello que ha venido a ser una persona. Este teatro es, en cierto sentido, el espacio ocupado por el relato vital que los individuos se cuentan a sí mismos (y a quienes cuidan de ellos). Ahí es también donde la psiquiatría moderna ha gastado la mayor parte de su tiempo, pues allí es donde nos enfrentamos a nuestros traumas pasados, baja estima, fantasías, fobias, problemas de conducta, matrimonios rotos, trastornos del carácter y de la personalidad. La persecución por un paciente de un conocimiento de sí mismo preciso empieza en el cuarto teatro. El problema obvio, ni que decir tiene, es que una vida de pertinaces influencias perjudiciales que vienen de río arriba altera la manera en que uno se observa a sí mismo, la propia estima, el sentido de quién se es y la memoria.

Los problemas del cuarto teatro son los que con mayor facilidad se nos manifiestan a nosotros mismos y a los demás, así que no solo son los únicos que es probable que muevan a buscar tratamiento, sino que a menudo se centran en ellos por completo la investigación y los tratamientos. Muchos médicos ni miran siquiera, nunca, los otros teatros del, cerebro. La personalidad no es una causa de los problemas; es más bien la expresión de las buenas y malas influencias de los teatros que la preceden. Aunque enterarse de la razón de que una persona haya acudido a que se le trate es sin duda el primer paso hacia el diagnóstico, las características del cuarto teatro son con la mayor de las frecuencias síntomas de una patología soterrada. Cuando un paciente pregunta qué va mal en él, es esencial que el médico suspenda el deseo de llegar a un diagnóstico basado en la conducta. El paciente quiere que se le libere de una manera de comportarse o de sentir que se encuentra enfermo. Es doloroso, y el médico quiere aliviar el dolor. Así ambos se empecinan en corregir conductas y sentimientos, y quedan atrapados en una región de vagas especulaciones mientras sigue fluyendo la corriente de las influencias de río arriba sin que se la examine ni cambie.

En el último teatro es donde los diversos procesos biológicos del cerebro se funden con las experiencias de la vida. La persona resultante es compleja. Pero mejorar la capacidad del paciente de entender qué le pasa y cómo puede que su vida esté sufriendo de dificultades más inmediatas en los tres primeros teatros puede valer de mucho; esa forma de proceder debería pasar al primer plano de la psiquiatría. Hemos dedicado tantos esfuerzos a descifrar las relaciones entre traumas y miserias y genes y conductas que hemos pasado por alto el proceso mediador de la comprensión. La comprensión -o falta de ella- del mundo por el paciente puede marcar por completo la diferencia entre una vida de éxito y una vida de fracaso, entre una existencia llena de significado y la desesperación.

EMPEZAR POR EL PRIMER TEATRO: THERESA

Cuánto se puede lograr empezando en el primer teatro y avanzando hasta el último puede verse con claridad en el caso de una paciente mía, Theresa. Examinar su situación nos ayudará a aclarar la manera en que las cosas fluyen entre los cuatro teatros y se retroalimentan, y cómo una pequeña perturbación en uno de ellos puede acabar convirtiéndose en un gran trastorno en otro.

Theresa se crió con unos padres que le daban mucha importancia a los deportes y a la educación. De niñas, ella y su hermana Paulina, un año menor, jugaban en el patio con su padre a lanzar y atrapar bolas. Las dos lanzaban bien, pero no parecía que Theresa pudiese atrapar. Le costaba también mucho estar a la altura de sus compañeros de clase en la lectura. Los padres se preocupaban de que cada año, desde muy pequeñas, pasasen un examen ocular, y a las dos les decían que tenían una vista normal.

Normal para los objetos estacionarios. Theresa tenía una visión 20-20 cuando miraba las letras de un cartel en la pared, pero mucho más tarde llegaríamos ella y yo a la conclusión de que no veía los objetos que se mueven deprisa. Los perdía de vista. Tenía un problema con el procesador rápido del sistema visual del cerebro. No era un problema de enfoque ni de la retina, sino de la región del cerebro donde se procesa la información visual. Esto hacía también que le resultase difícil centrarse en las letras y en las palabras mientras sus ojos barrían una línea de texto en una página. Las letras están estacionarias, pero el desplazamiento de izquierda a derecha -el acto de leer- les impartía un movimiento.

La incapacidad de Theresa de seguir el desplazamiento de los objetos debidamente -una dificultad con la percepción o del primer teatro- hacía que su atención y su sistema

cognoscitivo, en el segundo teatro, se desconectasen. No podía atender a la bola en movimiento y por lo tanto no podía cogerla. Lo mismo le pasaba cuando entraba en una clase llena de niños; la gente y los objetos se movían por todas partes y no podía seguirlos. El resultado era que no podía prestar atención a ninguno, así que, sencillamente, se quedaba plantada y no se unía a los demás. Sus dificultades al leer hacían hasta de la tarea más sencilla una cruz. Las emociones empezaban a teñir todas esas experiencias. Su padre la apretaba para que «probase con más ganas» a pillar la bola. Sus compañeras de clase se metían con ella porque se quedaba al margen y tardaba demasiado en disfrutar de la acción trepidante del recreo. Sus maestros la amonestaban porque se quedaba atrás en la lectura.

Ya de adolescente, pasaba la mayor parte del tiempo sola. Sentía pánico cuando tenía que enfrentarse a una situación nueva. Evitaba las fiestas del colegio porque la abrumaban. Se sentía torpe casi siempre. Años de inactividad física y social en los que su función motriz y su cerebro emocional y social -en el tercer teatro- no trabajaron lo suficiente la dejaron subdesarrollada.

Diez años más tarde vino a mí para que la tratase. Tenía una personalidad apagada. Era tímida, retraída, y no decía ni palabra. Al principio tenía que sacárselas una a una, pero tras un período de investigación y de remontar el río, juntamos las piezas de cómo había llegado a ser así. Empezamos en el cuarto teatro: la identidad y la conducta. Era asustadiza. Se perdía tanto de lo que los demás veían -y sabía que se lo perdía- que estaba siempre intentando reanalizar y reconfigurar la situación; comprobaba las cosas una y otra vez, temerosa de que se le hubiese escapado algo porque no lo había visto en absoluto.

A primera vista, era un manojo de nervios, o «Nelly la Nerviosa», como dicen en inglés. Tenía todas las características: parecía llena de miedos y evitaba las situaciones nuevas. Había quienes la llamaban así incluso; actuaban sobre su sistema emocional y la convencían de que se preocupaba por todo sin remedio. Pero me contó algo que me encendió una luz. A los dieciocho años heredó un poco de dinero y decidió que daría la vuelta al mundo, ¡sola! Si realmente hubiese sido Nelly la Nerviosa, nunca habría hecho algo así. No encajaba, sencillamente, con una personalidad fóbica. Aunque Theresa parecía llena de miedos, en su propia mente no era asustadiza. Además, no evitaba las situaciones nuevas porque no le interesasen. En realidad le interesaban sumamente las cosas nuevas, pero las esquivaba porque se sentía despojada del control en muchos entornos.

Otro comportamiento proporcionó una indicación. Conducir era para ella una pesadilla. Hasta de adulta era buena su vista, así que no tenía razones para sospechar que hubiese algo que fuera mal en su percepción visual. Pero lo había: para seguir el movimiento de los coches se necesita una percepción rápida y a Theresa le era difícil percibir los objetos que se movían.

Partiendo del primer teatro, la percepción, empezamos a explorar y explicar los problemas de Theresa con una nueva luz. Un problema de la percepción, nunca diagnosticado porque era sutil, era la causa de que le faltase coordinación y le costase leer. Esos problemas del segundo teatro, a su vez, tenían como consecuencia su incapacidad de participar en los deportes, de aprender o de orientarse en las situaciones sociales. No era indolente, no era más dura de mollera que las demás niñas, pero la etiquetaron así y sufrió constantes sentimientos de fracaso y rechazo que alteraron sus funciones cerebrales emocionales y sociales en el tercer teatro. Fueron esas funciones alteradas las que, por último, hicieron que se volviese tímida, reservada y retraída, las que crearon, pues, el problema del cuarto teatro.

Para cuando Theresa vino a mí se sentía realmente mal por como era. Le parecía que no podía llevar a cabo nada ni apañárselas en ninguna situación. Su imagen de sí misma, su identidad -el cuarto teatro también-, era nefasta. De adulta, su hermana Paulina era abierta y popular, verdaderamente activa. Tenía casi la misma edad que Theresa, la habían criado igual, habían ido a los mismos colegios. La única diferencia era que no tenía el problema perceptivo de su hermana. Estas dos mujeres habían acabado por tener personalidades completamente opuestas, en parte a causa de un ligero problema con la percepción en el primer teatro.

Lentamente, Theresa fue dándose cuenta de que no era todas esas cosas que le habían imputado durante tantos años. Saber que tenía un problema con la percepción marcó la diferencia. No le faltaba coordinación; es que no podía ver, entiéndase al pie de la letra, la bola. No era estúpida; es que no podía centrar las letras. No sentía desinterés por las reuniones sociales; es que le costaba procesar todos los estímulos de la habitación. No era asustadiza; es que no paraba de comprobar el entorno. No era gris, pesada; es que reaccionaba despacio.

Theresa llegó a percibir que, en realidad, tenía millones de pensamientos en marcha, nuevos, diferentes, interesantes. Percibió que, al fin y al cabo, era lista. Percibió también que tenía motivación para aprender cosas nuevas y que era aventurera. Quería ser abierta, y ahora sabía que podía serlo. Lo que tenía que hacer era hallar formas nuevas de manejar las situaciones que requiriesen un procesamiento rápido.

UN PROTOTIPO DE INDEPENDENCIA: CLAUDIA

A medida que la información corre de un lado a otro por el cerebro, la imaginación se empeña en explicarla; pone los cimientos categoriales y emocionales de cómo se percibirá la información futura y produce alteraciones permanentes en la estructura del cerebro. No entra percepción alguna en el cerebro que no se interprete en cierto grado, y cada experiencia tiene lugar en el contexto de los cuatro teatros. Cuando la información entra en el segundo teatro adiestra y reestructura las redes cognoscitivas, para mejor o para peor. La cognición, a su vez, remonta la corriente para influir en la percepción, pues los mecanismos predictivos del cerebro desempeñan un papel enorme en la determinación de aquello en qué ponemos la atención y, por tanto, de lo que percibimos.

El tercer teatro, la función cerebral, es el producto de una amplia gama de factores, pero ejerce también una influencia río arriba. Por ejemplo, la excitación dirige el tono del segundo teatro y alimenta sus estados de atención y cognoscitivos. La excitación y la reacción de sobresalto asignan un valor emocional a cada estímulo percibido aun antes de que se haya llegado a ser consciente de él.

El cuarto teatro es el aspecto duradero del sistema en su globalidad, la reevaluación continua del uno mismo histórico, que afecta a los otros tres teatros. A medida que el tratamiento se adentra en este cuarto teatro las descripciones neurológicas concretas del control, la activación y la función cognoscitiva se reemplazan con nociones más abstractas de la voluntad, la moralidad y la filosofía personal. El comportamiento, la personalidad y la manera de vivir afectan a los tipos de percepciones, dificultades mentales y tensiones que una persona experimenta en la vida diaria. Ningún teatro de un cerebro vivo tiene una existencia independiente de los otros tres.

Veremos ahora cómo funciona este sistema interdependiente si nos fijamos en Claudia, a quien finalmente se le diagnosticó un TDA cuando tenía cincuenta y dos años y era abuela, tras haberse diagnosticado así a cuatro de sus siete nietos. Claudia es de las que son la sal de la tierra; trabaja como intérprete de sordos y está dispuesta a ayudar a quien sea sin perder un momento. Ha criado cuatro hijos, personas hoy de éxito. Sin

embargo, decía que veía la vida «como un borrón». Sentía como si «viviese en una niebla espesa»; se abría paso a lo largo del día contra una presión constante que la echaba para atrás. La vida, decía, era como una película de serie B, con planos extraños, mala iluminación y una banda sonora que no encaja bien, sobre todo cuando no estaba trabajando. Su sueño secreto era incorporarse al Peace Corps y que la destinasen a la isla de Cook, célebre por su pobreza y profunda miseria humana; tiene fama de ser la misión más difícil que el Peace Corps puede ofrecer. Sabía que, una vez allí, se la necesitaría las veinticuatro horas del día.

Claudia amaba su trabajo con los sordos, y como sus hijos ya eran mayores le parecía que podría trabajar sesenta horas o más a la semana. Por lo visto, cuanto mayor fuera el estrés a que estuviese sometida tanto más claro se le volvía el mundo; el borrón, el ruido desaparecían, se concentraba y volvía muy productiva. Sin embargo, tras veintidós años de utilizar el lenguaje por signos con los sordos no había logrado aprobar el examen para el correspondiente certificado. Se hizo pruebas, y descubrió que también ella tenía un problema de audición que no había sido diagnosticado y que había complicado su trabajo todos esos años. Descubrió además que tenía una coordinación motriz fina deficiente, síntoma común del TDA y la dislexia: una traba más cuando tenía que traducir lo que oía en el lenguaje por signos. Sin embargo, era la dificultad y complejidad misma de la tarea lo que le hacía sentirse más viva y limpiaba su mente de ruido. Me dijo una vez: «Ya sabe, se dice que los que tienen el TDA tienen que vivir la vida "al límite", pero ¡yo tengo que ponerme de puntillas en él!».

Un plazo de atención deficiente hacía que para Claudia la vida fuese un tanto remota y vaga, un estado borroso de conciencia en el segundo teatro. Su aparato auditivo defectuoso -una percepción errónea de la realidad en el primer teatro- complicaba el problema, pues su conciencia intentaba en el segundo teatro predecir las cosas partiendo de una información inadecuada. Corriente abajo, el cerebro de Claudia intentaba compensarlo basándose cada vez más en la intuición, lo cual, aunque en sí no era un desarrollo negativo, se sumaba a su impulsividad.

Con todo, Claudia podía llegar a un grado altísimo de concentración que quienes sufren el TDA rara vez experimentan. Cuando se le asignaba una tarea de una complejidad y exigencia suficientes (hablar en el lenguaje por signos, por ejemplo), pese a sus deficiencias auditivas y motriz fina, todas las distracciones desaparecían de su conciencia afectada por el TDA. El láser de su mente se aferraba a la tarea propuesta, suprimía el ruido y le daba una intensidad tranquila que era tan gratificante que se veía impelida a buscar una estimulación cada vez mayor, como sesenta horas de trabajo a la semana y el destino en la isla de Cook.

Hay, no obstante, un aspecto sumamente positivo del fenómeno de retroalimentación-alimentación de Claudia que da a entender que algún componente de su psiquismo es quizá una adaptación creativa al problema. Un sistema de atención que no para de desplazar el punto donde se centra produce una hiperconciencia de lo que se percibe, lo cual, aunque tiene como consecuencia que los individuos se pierdan detalles y no puedan sacar adelante las tareas, hace a menudo que sean brillantes en la reconstrucción imaginativa de configuraciones enteras a partir de percepciones parciales e informaciones ambiguas. Quienes se parecen a Claudia son a menudo muy creativos y empáticos, y tienen facilidad para hacer asociaciones nada evidentes pero muy agudas. La otra cara de su tendencia a tomar siempre la calle equivocada es una lucha constante por encontrar formas nuevas y diferentes de hacer las cosas. Ese aspecto positivo del cerebro es el que más contribuye al éxito del método de los teatros; a estos pacientes, aunque de ordinario son malos observadores de sí mismos en el nivel social, les atrae la complejidad, y la exploración de sus propias peculiaridades neurológicas presenta un reto

irresistible, una verdadera fuerza interior para una cura. Actúa en Claudia un fenómeno con sus más y sus menos, como en todo el mundo. La cruz es un trastorno, o simplemente una debilidad, y la cara un talento especial, o vigor.

UN DIAGNÓSTICO Y UN TRATAMIENTO MEJORES

Las experiencias de Theresa y Claudia muestran que el modelo de los teatros ofrece una nueva y poderosa forma de que los individuos y sus médicos evalúen y modifiquen la conducta. Pero hay que decir que la metáfora del río proporciona solo un asidero parcial de la realidad y no transmite del todo la plasticidad no lineal del cerebro en sus reacciones a la retroalimentación positiva o negativa. En el mundo real no hay estímulo que no cambie la manera en que el cerebro interpreta los estímulos subsiguientes. La predicción, el deseo y una interpretación imaginativa desempeñan un papel enorme en la determinación de cómo responderá el cerebro a una situación dada.

De manera similar, la idea de los cuatro teatros es, por necesidad, una simplificación. Ofrece un diagnóstico que integra los campos neurológicos, psicológico y de la conducta. Esa integración es absolutamente necesaria si queremos concebir alguna vez un enfoque verdaderamente holístico del tratamiento del cerebro: las disfunciones de la percepción pueden diagnosticarse por medio de pruebas neurológicas y los trastornos cognoscitivos por medio de tests educativos. Las deficiencias del funcionamiento cerebral básico se pueden diagnosticar neurológicamente, y los trastornos afectivos pueden abordarse mediante una consideración psicológica y del comportamiento del paciente, con su historial. Puede que un día haya tests prácticos de las deficiencias de la destreza social. De hecho, a finales de 1998 se completaban unas investigaciones sobre el autismo que dan a entender que se lo podría predecir mediante la observación meticulosa de los primeros movimientos de los niños en sus cunas.

Estas tareas arredrarán menos al médico si implica al paciente en la persecución. Aunque el funcionamiento del propio cerebro es por lo general transparente para la autoobservación, las preguntas apropiadas abren un sinfín de intuiciones y multiplican el poder de observación. Los cuatro teatros ofrecen al médico y al paciente una herramienta oportuna que puede tener una utilidad inmensa en la determinación de qué, exactamente, ha contribuido a la experiencia subjetiva del paciente y la está moldeando.

La praxis médica moderna tiende a considerar que la evaluación de los pacientes por sí mismos está demasiado teñida de subjetividad, pero este es un grave error. Tal actitud es en parte una reacción al auge de la «psicología pop», de esas explicaciones populares, aprendidas culturalmente, de los problemas de la mente y del cerebro que son demasiado superficiales y genéricas para que se las pueda aplicar a ningún individuo. Sin embargo, si a los pacientes se les dice qué han de buscar y cómo hacerlo es posible que adquieran conciencia de partes de su experiencia subjetiva a las que el terapeuta no puede acceder. Tales revelaciones bien pueden ofrecer la clave con la que se pueda concebir una combinación específica de intervenciones.

Como pasó con Theresa, una vez han aprendido a verse a la luz de un paradigma más fundado en la neurología, los pacientes pueden liberarse del estigma que ellos mismos se habían marcado del fracaso moral. ¡La libertad libera! Borra muchos tipos de autoengaño y saca a la luz síntomas que habían sido pasados por alto, y rasgos positivos también. Cuando el paciente no tiene nada de que defenderse, el comportamiento defensivo desaparece, sencillamente. Se abandonan la vergüenza y la duda en favor de una forma de introspección más amable, más dada al perdón... y de una imagen de sí mismo más positiva.

El cerebro es una multitud de procesos que quizá necesiten que se les encamine en otra dirección. El modelo de los teatros ofrece un enfoque, con una amplia base y sin embargo práctico, habida cuenta de que hasta cambios de poca monta en el entorno, en las funciones cerebrales básicas y en el conocimiento de uno mismo pueden tener profundas consecuencias en el desarrollo. Es un desacierto de la atención moderna de la salud mental que muchísimas personas afligidas por trastornos del primer y segundo teatros acaben en psicoterapias que se limitan al cuarto del comportamiento y la identidad. Está por completo fuera del alcance de la habilidad del paciente medio, dentro del marco de esas terapias orientadas a la introspección, atinar con la verdadera fuente de la infelicidad y la frustración, lo que no le lleva a otra parte, al no encontrar una fuente visible de su dolencia, que a una depresión que lo abarca todo.

El método farmacológico como forma de ayudar a estos pacientes es igualmente ineficaz. El Prozac apenas si es un remedio del sentimiento de culpa, de las oportunidades perdidas y de la inseguridad intelectual de una vida lastrada por deficiencias de la percepción y de la cognición.

Las limitaciones de las terapias actuales son particularmente evidentes en los modelos de tratamiento para niños y adolescentes, que están en fases de la vida en que se producen enormes cambios biológicos, psicológicos y sociales. Es usual que las terapias con fármacos y las terapias habladas no rindan resultado, ni siquiera en los casos de depresión juvenil. Los cuerpos jóvenes son demasiado sensibles a las sustancias químicas, y los pacientes de esa edad son cognoscitivamente incapaces de expresar por completo y con precisión sus experiencias emocionales. Pero si se les enseña a examinar la manera en que experimentan el mundo, los niños son perfectamente capaces de observar sus deficiencias, de aprender a atajarlas y, lo más importante, de perdonarse por sus limitaciones antes de que su autoestima esté dañada. Sin el conocimiento del fundamento biológico de esos trastornos las personas sienten a menudo una sensación de vergüenza por su conducta que, con el tiempo, puede derivar en odio hacia sí mismas.

A causa de un deseo bien intencionado de aliviar el sufrimiento de los pacientes, en psiquiatría sigue dándonos ánimos una teoría de las enfermedades, la de los gérmenes, cuyo lema es: un problema, un culpable, una cura. Mientras que las modernas medicinas pueden ocasionalmente tener un efecto casi mágico en la vida de una persona, ha llegado el momento de dejar atrás nuestro modelo, bastante arrogante, del cerebro, que viene a considerarlo un mecanismo de relojería y conforme al cual el médico no tiene más que identificar alguna ruedecilla cognoscitiva defectuosa y arreglarla. Hemos de empezar a pensar en el cerebro como en un ecosistema que se organiza a sí mismo, de complejidad tan mareante y de un equilibrio tan delicado que casi cualquier aspecto de la vida de un paciente puede venir a cuento en un diagnóstico o ser esencial para el tratamiento. Las predisposiciones genéticas y los traumas padecidos en los primeros años de vida son consideraciones importantes, pero en qué se convierta una persona depende también de muchos otros factores. Por último, como pasa en cualquier sistema muy complicado, un solo elemento tiene un significado limitado si se toma por separado. Cuando se evalúa a un ser humano, casi todo merece que se lo coexamine.

Será el deber del médico en el siglo XXI ayudar y enseñar a los pacientes a explorar cualesquiera modificaciones de los factores neuroquímicos, de la conducta, psicológicos y del medio ambiente que puedan compensar una enfermedad. Esto supone que se dedique más tiempo a buscar qué hay de bueno en la vida de los pacientes, los puntos fuertes y talentos que aún no se han desarrollado del todo, y los placeres secretos y las fuentes de felicidad que nunca se han permitido a sí mismos. Muchos trastornos hacen tanto daño emocionalmente que los pacientes nunca descubren actividades para las que

podían estar muy dotados y de las que podrían obtener mucha alegría, retos que superar y satisfacción consigo mismos.

Descubrir la creatividad en uno mismo es un componente muy efectivo del tratamiento. Si pensamos solo en patologías, como si nuestro deber hipocrático requiriese únicamente que restaurásemos en el paciente cierto estado previo, imaginado de salud perfecta, dejaremos de percatarnos de rasgos que proporcionan no solo una vía para la recuperación, sino una forma de progresar más allá de ella. Es posible transformar sumamente los procesos cerebrales gracias al descubrimiento de uno mismo y unas metas correctas en la vida.

En psiquiatría corremos continuamente el riesgo de equivocarnos con las etiquetas que les ponemos a los trastornos mismos. No hay trastorno que encaje limpiamente en los criterios de su diagnóstico. Sabemos todavía muy poco de la relación entre lo que ocurre microscópica y microscópicamente en el cerebro, no digamos ya de cómo contribuye lo uno y lo otro a los fenómenos psicológicos, y nuestros niveles de descripción en este punto están determinados por las limitaciones de nuestras técnicas de medición. Los cuatro teatros no son más que un artificio oportuno para el examen de la condición humana, pero una metáfora así puede proporcionar una vía valiosa por la que avanzar.

10

Cuidar y alimentar

Ahora es ya evidente que podemos realmente cambiar nuestros cerebros. Mediante la modificación del entorno exterior, constituido por lo que nos rodea, o el interno de nuestros cuerpos podemos aprovechar mejor nuestros puntos fuertes y corregir nuestras debilidades. Las posibilidades de cambio están limitadas solo por nuestra imaginación, nuestra disposición a evaluar nuestro cerebro con precisión mediante la reflexión sobre uno mismo y nuestro compromiso a afrontar algunos esfuerzos grandes.

Si usted ha leído todos los capítulos de este libro se habrá enterado de docenas de acciones concretas que se pueden emprender en momentos determinados de la vida de las personas para que adiestren su cerebro, desde exponer a los niños pequeños a la música y hablarle mucho hasta estimular a los ancianos con crucigramas y debates sobre los acontecimientos del día. Pero muchas de las herramientas fundamentales para cuidar y alimentar el cerebro son cosas cotidianas. El ejercicio físico y el mental, una nutrición adecuada y dormir lo suficiente le vendrán bien a cualquiera para tener una mayor claridad cognoscitiva y una mayor estabilidad emocional. Aportan otros procedimientos importantes la espiritualidad, la meditación, hasta la persecución de las propias pasiones. En cada uno de ellos sacamos provecho de la gran plasticidad del cerebro, de nuestra capacidad de reconfigurar nuestros cerebros.

Eso sí, un cambio de actitud es a menudo un precursor necesario para el cambio cerebral. El espectro de los trastornos mentales, desde la ansiedad cotidiana hasta la esquizofrenia crónica, no son defectos morales o el resultado de una mala crianza o de una personalidad fallida. Los problemas mentales, desde un carácter explosivo hasta la indolencia, desde la preocupación crónica hasta beber en exceso, tienen sus raíces en la biología del cerebro. No es una excusa para seguir con esas conductas. Pero desplaza el centro de la responsabilidad: nosotros y quienes nos atiendan deberemos examinar nuestras vidas biológicas tanto como las sociales y emocionales.

Comprender que la biología está en la base de los trastornos mentales puede ser sumamente liberador. No nos echamos la culpa o sentimos avergonzados si nos duele la espalda o tenemos una enfermedad física; ¿por qué, entonces, vamos a sentirnos culpables y avergonzados cuando el problema es mental? Si nos duele la espalda podemos alterar nuestro entorno exterior con una silla nueva y fortalecer el interior haciendo ejercicios de espalda todos los días. La misma forma de ver las cosas debería extenderse a los problemas mentales, los nuestros y los de los demás. Quitar de encima ese fardo de culpa y vergüenza puede ser un gran primer paso hacia la cura, para los pacientes, sus familias y quienes los atienden.

INCLINAR LA BALANZA

Los críticos dicen a veces que centrarse en medidas «ordinarias», como el ejercicio y la alimentación, es demasiado simplista cuando de lo que se trata es de influir en una conducta que no es ordinaria. No es así. Los elementos de juicio, brillantemente simples, procedentes de áreas nuevas, apasionantes de las ciencias físicas y sociales -la teoría de la complejidad y los puntos críticos- enseñan hasta qué punto esos factores universales tienen el poder de afectar al sistema cerebro-cuerpo.

La teoría de la complejidad encuentra patrones con significado en lo que solo parece un caos. La idea se ha aplicado sobre todo a sistemas físicos grandes, como los patrones climáticos.

Cada gotita de agua, cada soplo de aire tiene una influencia, y la combinación de esas miríadas de influencias produce un resultado aditivo a gran escala. Edward Lorenz, científico del MIT, llama a eso efecto mariposa: hasta el insignificante aleteo de una mariposa en un lado del mundo podría, en principio, convertirse en huracán en el otro. Y sin embargo, pese a que el número de elementos que entran en ese sistema es prácticamente infinito, hay resultados bastante predecibles: día despejado, nubes, lluvia, temperatura alta o baja, hasta un huracán ocasional.

Los científicos están aplicando un aspecto de la teoría de la complejidad a la explicación de los fenómenos humanos. Llamamos a un cambio pequeño que puede precipitar un efecto grande «punto crítico». En una encrucijada crítica, un cambio aislado inclina el sistema entero en una dirección diferente. Tómese una jarra de agua, enfríela y enfríela, y seguirá siendo agua hasta los tres grados, dos grados, un grado. Pero reduzca la temperatura un grado más, y de pronto el agua se convertirá en hielo. La temperatura se había estado reduciendo de la misma manera, pero en un punto determinado el sistema cambia súbitamente. Esta forma de analizar los sistemas se está empleando ahora en muchos campos, desde la economía hasta la ecología. ¿Qué hace que un barrio seguro, de clase media, sobrepase el límite y se convierta en un suburbio peligroso? ¿Qué hace que un distrito de una ciudad deje de tener una criminalidad elevada y muchos embarazos de adolescentes, y se convierta en un barrio estable? En el último caso, quizá, nuevas actividades ciudadanas como las rondas de vigilancia, el programa DARE y una tolerancia cero con el crimen se acumulan hasta el día en que el barrio aflora de nuevo como un lugar seguro.

Podría afirmarse que el cerebro humano es el sistema más complejo que conoce la ciencia. Dadas cien mil millones de neuronas, cada una con miles de posibles conexiones sinápticas bañadas por múltiples transmisores químicos, es difícil imaginar el auténtico volumen de las interacciones que tienen lugar en él. Puede que cueste determinar qué factor pequeño ha estado en el lugar equivocado en el momento equivocado para contribuir a que haya un problema de salud mental, como la minúscula piedrecilla que, impulsada fuera del camino por el pie, crea una avalancha mucho más abajo en la montaña.

La belleza de los puntos críticos es que a un sistema complejo se le puede vencer lo mismo hacia el lado bueno que hacia el malo. Una acción pequeña, aparentemente sin importancia, puede conducir al éxito en el tratamiento de un trastorno. Quizá un joven solitario, deprimido decide un día dar un paseo. Luego empieza a hacerlo varias veces a la semana. En una ocasión prueba a correr un rato. Luego se pone a correr más a menudo. Cada vez puede ir un poco más lejos. Pronto se da cuenta de que está durmiendo y comiendo mejor, que tiene más energía y mejor aspecto ante el espejo. Como el movimiento del ala de la mariposa, ese primer paseo, que no tenía conexión con nada más, ha puesto quizá en marcha una reacción en cadena de hechos que van acumulándose en favor de la mejora de todo su sistema cerebro-cuerpo. Un día, sintiéndose física y mentalmente más fuerte, consigue un nuevo trabajo. Empieza a hacer amigos y a reír, y su vida cambia por completo.

La extraordinaria metamorfosis de ese joven empezó con un paseo corriente y moliente. Tenemos al alcance mismo de la mano muchas herramientas para cambiar nuestra salud mental, tanto para la corrección de nuestros problemas como para, sencillamente, llegar a ser el tipo de persona que queremos ser.

EL EJERCICIO FÍSICO

Todo el mundo sabe que el ejercicio es «bueno». Sin embargo, no solo es duro empezar, sino que no hay dos recomendaciones iguales: ¿Tres tandas de treinta minutos a la semana es suficiente? ¿Con qué intensidad? ¿Aeróbico o anaeróbico? ¿Hay que cargar peso o no?

El primer paso al empezar con un programa de ejercicios que ayude a su cuerpo y a su mente es hacer algo activo, lo que sea. Las investigaciones muestran que basta con andar deprisa para que la salud se beneficie de muchas formas: desde la reducción del riesgo de ataques cardíacos, fracturas de cadera, diabetes, cáncer de colon a la pérdida de peso y la disminución de la presión sanguínea. Se ha observado también que el ejercicio, nadar especialmente, hace que la artritis sea menos dolorosa.

Está claro que el ejercicio mejora el cuerpo, pero algunos de los hallazgos más apasionantes señalan los efectos positivos que tiene para la salud mental. Primero, aumenta la cantidad de sangre que llega al cerebro. Y se ha visto que puede aumentar el número y la densidad de los vasos sanguíneos en las áreas donde más se los necesita: en la corteza motriz y en el cerebelo. Por lo tanto, además de su bien conocido efecto en el aumento de los vasos sanguíneos y en la mejora de la circulación en el corazón, parece que el ejercicio o la actividad tienen un efecto similar en el cerebro. Cuanto más la usamos, cuanto más la sometemos a un mayor esfuerzo, mejor es nuestra circulación y más apta se vuelve esa parte del cerebro.

Un efecto bien conocido del ejercicio es también una mejor autoestima. Las mujeres que participan con regularidad en actividades deportivas y hacen ejercicio tienen una percepción más positiva de sí mismas que las que no lo hacen, según una encuesta de 1996 de la cervecera Coors Brewing Company. Las entrevistas telefónicas de 505 mujeres de dieciocho años o más arrojaron que el 80% de ellas creía que un régimen de preparación física activo aumentaba su sensación de bienestar y el 52% dijo que mejoraba su vida social.

Parece que diferentes tipos de ejercicio tienen distintos efectos en la salud mental. Ha habido más de mil estudios sobre el efecto del ejercicio en la depresión. Parece que las sesiones cortas de ejercicio aeróbico intenso, por lo general en un programa que dura varias semanas, son lo más útil para la depresión entre leve y moderada. Un estudio de Harvard de 1994 halló que era un 28% menos probable que los hombres que quemaban más de 2.500 calorías al día en una actividad aeróbica desarrollasen una depresión clínica que quienes no eran tan activos. Existe la hipótesis de que el ejercicio prolongado, agotador, eleva los niveles cerebrales de endorfinas, sustancias semejantes a los opiáceos que están presentes de forma natural y amortiguan el dolor e incrementan los sentimientos de comodidad y bienestar. Sin embargo, a medida que avanzan nuestros conocimientos, vemos ahora que los tres neurotransmisores principales -la norepinefrina, la dopamina y la serotonina- que han ocupado a los investigadores que estudian el estado de ánimo, la cognición, el comportamiento y la personalidad aumentan con el ejercicio y tienen mucho que ver con que mejoren los ánimos. La dopamina, el neurotransmisor clave que interviene en los sentimientos de gratificación, motivación y atención, aumenta tanto en la fase intensa de ejercicio como con el ejercicio prolongado (al menos en las ratas). De manera semejante, la serotonina, el neurotransmisor de los años noventa que se hizo famoso con la fiebre del Prozac, crece también con los programas tanto de ejercicio intenso como regular. Podría decirse, pues, con tanta licencia poética como se pueda, que el ejercicio aumenta los neurotransmisores que echan una mano en la regulación del estado de ánimo y en el control de la ansiedad, y que contribuyen a la capacidad de manejar el estrés y la agresividad, y de llegar a ser más atentos y sociables.

El ejercicio que requiere el aprendizaje de movimientos complejos afecta a nuestros cerebros de otras formas. La danza moderna, el baloncesto y las artes marciales incluyen multitud de movimientos coordinados; practicarlos hace que crezcan_ más conexiones entre las neuronas. El ejercicio que nos fuerza a mejorar el equilibrio y la coordinación no solo vale para superar la torpeza, sino que reduce la timidez e incluso potencia la capacidad de hacer amigos; los ejercicios de ese tipo fortalecen las redes neuronales del cerebelo, que es el área responsable no solo del equilibrio y de la coordinación física, sino también de la coordinación de nuestras interacciones sociales. Está además el beneficio psíquico: un profesor de baile que participó en uno de los estudios observó que cuando los alumnos adultos adquirían control sobre sus cuerpos, lo adquirían también sobre sus vidas.

Nuevas investigaciones indican que estos tipos de ejercicio afectan también a los ganglios basales y al corpus callosum, con lo que agudizan la memoria e incrementan la capacidad de dominar información nueva. Puede que esas áreas se deterioren un poco con la edad, pero no es inevitable. Conservar la memoria y reparar las conexiones cerebrales debilitadas depende de la estimulación. A la mayoría, cuando nos acercamos a los cincuenta años, se nos frena la mente. Esa lentificación generalizada afecta a casi todo lo que hacemos, desde nuestro tiempo de reacción a la rapidez con que aprendemos o recordamos. Ello sucede en parte porque el cuerpo se vuelve menos eficaz al repartir nutrientes al cerebro. El antídoto: el ejercicio, conseguir que lleguen más nutrientes al cerebro. Varios estudios muestran que los hombres de cierta edad que se han conservado en forma obtienen mejores resultados en los tests mentales que los que no; la verdad es que los hacen tan bien como hombres treinta o cuarenta años más jóvenes. También pueden decaer las funciones de un cerebro viejo por una disminución de los niveles de dopamina que cruzan las sinapsis. El ejercicio físico también eleva esos niveles de dopamina.

EL MOVIMIENTO

El ejercicio físico es un caso especial de una actividad más amplia: el movimiento. Como hemos visto, la función motriz es crucial para todas las demás funciones cerebrales. Las muchas conexiones que hemos encontrado entre las funciones cognitivas y motrices dan a entender que cualquier forma de actividad física puede mejorar nuestra función motriz y, por lo tanto, nuestra cognición. Por ejemplo, a menudo experimentamos ansiedad porque no disponemos de esquemas motrices para resolver un problema, ningún movimiento que podamos hacer para vérnoslas con la situación percibida que hemos de encarar. Por fuera, nos quedamos «helados», de pura ansiedad, mientras que por dentro «hervimos». Sin una reacción motriz puede haber una acumulación de esos cambios fisiológicos capaz de causar una ansiedad adicional. El movimiento proporciona el alivio fisiológico que necesitamos para que nuestro cuerpo recupere el equilibrio. Como seres humanos, se supone que hemos de movernos.

La inmovilidad es un problema para muchas personas en la sociedad de hoy. Los ordenadores y la televisión han contribuido aún más a nuestro ya de por sí sedentario estilo de vida. La inactividad puede acelerar el declive de nuestras facultades mentales. No tenemos que correr un maratón para sacar provecho; moverse, meramente, es bueno para nuestros cuerpos y cerebros. Cuando combinamos el movimiento con una actividad que requiere un aprendizaje, como la danza, obtenemos beneficios adicionales porque se forman nuevas conexiones en el cerebro como resultado de haber aprendido una tarea nueva. A medida que se añaden rutinas y pasos nuevos, el cerebro produce un número

mayor de conexiones entre sus neuronas, con lo que se crea un cerebro que es más capaz de procesar más información.

Los parkinsonianos que practican el taichi de manera regular ven que sus síntomas físicos y mentales mejoran. Los movimientos coordinados, como los del taichi y la danza, aumentan la concentración, la fuerza de voluntad y el equilibrio, así como la capacidad de atajar el estrés físico y emocional. El hatha-yoga, una antigua técnica india que se usaba para desarrollar las potencialidades fisiológicas, psicológicas y espirituales, se ha popularizado más tarde en los países occidentales como método de contrarrestar el estrés. Consiste en la realización de ejercicios activos, posturas y regulaciones de la respiración, combinados con relajación y meditación. Se ha comprobado que el hatha-yoga hace decrecer la excitabilidad, la agresividad y las molestias somáticas, y mejora la satisfacción emocional y vital.

La actividad física rutinaria puede también ayudarnos a resolver problemas en los que nos hemos quedado atascados. Cuando nos ponemos en movimiento activamos el cerebro, lo cual puede ayudarnos de muchas maneras indefinidas. A muchas personas caminar les ayuda a pensar; para ellas es verdad el viejo dicho: «Pienso mejor sobre mis pies». Desde la década de 1990, tan consciente de la salud, más y más personas han estado caminando varios kilómetros al día y han observado que esa actividad motriz no solo hace que se sientan más en forma y vigorosas, sino que puedan poner orden en cosas que tienen en la cabeza o resolver problemas enojosos. Muchas personas sostienen que el momento en que mejor piensan o en que se les ocurren sus ideas más creativas es cuando están practicando alguna actividad física básica, como caminar o correr.

La razón es que la corteza motriz primaria, los ganglios basales y el cerebelo, que coordinan el movimiento físico, coordinan también el movimiento del pensamiento. Así como ordenan los movimientos físicos necesarios para moverse, ordenan la secuencia de pensamientos necesaria para pensar. Movimientos básicos como caminar y correr ponen en marcha los patrones de disparo neuronal más hondamente arraigados en esas regiones cerebrales. Puede que mientras eso sucede, haga también que el cerebro establezca unos patrones de disparo fundamentales entre pensamientos complejos, y que eso nos ayude a encontrar una solución o generar una idea creativa.

Una derivación del movimiento y del ejercicio es el masaje, o más fundamentalmente, el contacto. La medicina moderna parece haberse olvidado de los beneficios del contacto. Sin embargo, los estudios clínicos han puesto de manifiesto que los masajes del cuerpo entero tienen un efecto positivo en dolencias clínicas como la hiperactividad y la diabetes. Los masajes en la arteria temporal pueden aliviar las migrañas y ayudar a los asmáticos a respirar mejor, a potenciar la función inmunitaria en los pacientes HIV-positivos, a mejorar la capacidad de concentrarse de los autistas, a reducir la ansiedad de los adolescentes deprimidos, a limitar la agitación de los pacientes de Alzheimer e incluso a atenuar la aprensión de las víctimas de quemaduras a padecer el procedimiento dolorosísimo del desbridamiento, en el que se extirpan todos los tejidos muertos o infectados.

No importa qué estilo de masaje se use. Sea el sueco, la reflexología o el shiatsu, siempre es frotar, y eso es lo que importa. En parte actúa estimulando las rutas nerviosas que le dicen al cerebro que disminuya los niveles de las hormonas del estrés cortisol y epinefrina. Puede también que afecte al cerebro directamente; Tiffany Field, del Instituto de Investigaciones del Tacto, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Miami, ha comunicado que la estimulación táctil parece incrementar la actividad del nervio vago, uno de los doce nervios craneales que influyen en el ritmo cardíaco, el habla y la absorción de la comida. Unos estudios han mostrado que el contacto ayuda a los niños prematuros a

crecer más deprisa y a los que padecen TDA a prestar más atención, que aumenta la atención y las reacciones de los niños autistas y las sensaciones de calma y bienestar de los adolescentes con THDA, y que reduce la ansiedad y el dolor de los niños con artritis reumatoide juvenil.

El contacto puede incluso ayudar a las parejas a reanimar su vida sexual. Cuando usted era adolescente, el mero contacto de la mano de su amigo o amiga en la suya en el cine le hacía temblar. Cuando las parejas consultan a Mark Schwartz, psicólogo del Instituto Masters and Johnson de San Luis, acerca de cómo pueden mejorar su vida sexual, les dice que vayan a casa y se acaricien mutuamente por todo el cuerpo, salvo en los órganos genitales y en los pechos. Y el coito no está permitido.

Atormentándose de esa manera cada uno pone al otro como loco -como le pasaba a los adolescentes del cine- y vuelve a encender su deseo por el verdadero contacto sexual.

Contacto, movimiento, ejercicio, esos aspectos físicos de nuestras vidas- son sumamente importantes para nuestra salud mental. Nuestros cerebros evolucionaron originalmente para dirigir movimientos complejos, como los que se necesitan en la constante competencia por la comida y el emparejamiento. Buena parte de lo que hace el cerebro es todavía bastante parecido; deberíamos aprender a considerar que todas las funciones cerebrales derivan del movimiento. El movimiento tiene que ver con casi todos los aspectos de la experiencia humana: los pensamientos se mueven de un tema a otro, las emociones nos conmueven profunda-mente. El lenguaje es en esencia una compleja danza semántica de la mente y la lengua, una depurada forma de movimiento gracias a la que manipu-lamos los contenidos de mundo sin ponerles una mano encima. Para mejorar nuestros cerebros hemos de mover nuestros cuerpos, actuar, ponernos en marcha.

EL EJERCICIO MENTAL

Deberíamos también ejercitar deliberadamente nuestras mentes. El valor de emprender ejercicios para poner en forma el cerebro se ha puesto de manifiesto repetidas veces en los capítulos precedentes. Los niños pequeños que estudian piano además de asistir en el colegio a las clases convencionales acaban por hacer mejor los tests estándar. Las monjas de Mankato, que siguen haciendo cruci-gramas y debatiendo de política bien pasados los ochenta años y los noventa, viven mucho más y registran muchos menos casos, y más leves, de demencias como el mal de Alzheimer que el común de la población. E incluso entre ellas, las que llegaron a unos niveles más altos de educación formal y las que no dejaron de poner a prueba sus mentes en la vejez, vivían más y resistían mejor las enfermedades cerebrales que las que tenían una formación menor y pasaban menos tiempo enfrascadas en activi-dades cognoscitivas.

El ejercicio mental fortalece e incluso renueva las conexiones neuro-nales para que el cerebro se mantenga flexible y resistente. Los científicos creyeron durante muchos años que era inevitable la pérdida irreversible de neuronas en la vejez. Hoy, en cambio, lo que se ha visto es que no hay una merma grande. Los escáneres de la TEP muestran que los lóbulos frontales de alguien de veinticinco años y de alguien de setenta y cinco resplandecen con el mismo brillo tras un mismo test de memoria. El declive de la vejez se debe más que nada a la falta de ejercicio mental.

Nuevas tareas mentales incremen-tan las conexiones neuronales y ayudan al cerebro a volverse más adaptativo ante lo que vaya sucediendo en el futuro, se trate de la muerte de un familiar o de dominar un lenguaje nuevo de ordenador. La mejor oportunidad que se le puede presentar de multiplicar las conexiones entre los axones y las dendritas es abordar actividades que no le sean familiares. Aprenda a tocar el piano, a bailar claqué, a reparar pequeñas máquinas. Estudie filosofía, converse con personas

interesantes. Como las monjas de Mankato, si usted pone constantemente a prueba su cerebro aprendiendo cosas nuevas podrá desarrollar más conexiones neuronales que le ayudarán a retrasar la eclosión del Alzheimer, recuperarse de un accidente vascular en el cerebro y vivir más tiempo. Y su vida será más interesante. Nunca es demasiado tarde para empezar: hay estudios que muestran que la corteza adulta retiene su plasticidad básica. Realmente pueden enseñársele nuevas mañas a un perro viejo.

La lección que se nos brinda es que tenemos el poder de cambiar nuestro cerebro. La asombrosa plasticidad del cerebro humano nos permite establecer continuamente nuevas conexiones y aprender, no solo por medio de los estudios académicos, sino de la experiencia, el pensamiento, la acción y la emoción. Como pasa con nuestros músculos, podemos fortalecer nuestras rutas neuronales con el ejercicio. O podemos dejar que se ajen. Es sabio recordar una vez más uno de los principios básicos del cerebro: o lo usas, o lo pierdes.

Cada vez que optamos por resolver un problema creativamente o pensar acerca de algo de una forma nueva, remodelamos las conexiones físicas de nuestros cerebros. Hay que poner a prueba el cerebro para que siga estando en forma, del mismo modo que hay que ejercitar los músculos, el corazón y los pulmones deliberadamente para que sean más resistentes. Un poco de estrés nos hace más resistentes ante futuras adversidades. Hay incluso investigaciones que muestran que la exposición a dificultades moderadas durante la niñez altera el equilibrio de las sustancias químicas cerebrales de manera tal que los niños podrán responder más tarde mejor al estrés. La psicóloga de Houston Emmy Werner encontró pruebas de ello cuando fue a Hawai en busca de problemas. Durante años había estudiado a la descendencia de padres de pobres, alcohólicos y maltratadores para saber cómo el fracaso pasaba de una generación a la siguiente. Para su sorpresa, un tercio de los hijos acababa teniendo vidas más productivas que sus padres. Muchos científicos sociales indican ahora que, aunque debemos seguir estudiando a los niños que fracasan, quizá haya mucho más que aprender de los que salen adelante pese a la adversidad. Esos niños, señalan los investigadores, no han nacido así. En la presencia de una variedad de influencias positivas en sus vidas es donde está a veces toda la diferencia entre un niño que fracasa y otro que prospera. Las consecuencias son profundas; padres, maestros, voluntarios, otros niños y todos los que estén en contacto con los niños pueden crear una vía que conduzca a la resistencia. Werner estudió a mujeres que habían vencido la adversidad en sus vidas adultas. Encontró que varios factores marcaban la diferencia: al menos una persona que les dio amor y aceptación incondicionales; una sensación de fe en sí mismas; la disposición a buscar apoyo; y, finalmente, la esperanza.

Para los niños, la educación cruzada puede ser una forma creativa de embridar la plasticidad del cerebro. Las lecciones de música tienen un valor intrínseco, pero además podrían quizá ayudarles a desarrollar una destreza matemática y espacial mayor. Hablar a menudo a los niños pequeños y exponerlos a lenguas extranjeras en sus primeros años ayuda a su desarrollo cognoscitivo. Si usted tiene inclinaciones sociales y políticas, puede luchar por que haya programas de arte en escuelas y municipios. Los que se aplican a recortar presupuestos suelen considerar las artes «garambainas», pero la investigación muestra que esos programas son algo más que un mero apéndice de los planes de estudio: son una parte importante del desarrollo intelectual.

Como ya se ha comentado en este libro, debemos, pese a todo, tener cuidado en no insistir demasiado en un solo remedio. Hace varios años, cuando las investigaciones mostraron que probablemente los niños podían aprender a discernir el lenguaje hablado mientras estaban aún en el seno materno, muchas embarazadas se pusieron a hablar incesantemente a sus vientres. Ponían cintas educativas de lenguas extranjeras en sus

equipos de sonido, y los cascos sobre sus abdomenes. El tocólogo René van de Carr abrió la Universidad Prenatal en California para mujeres entre el quinto y último mes de embarazo. Las dirigía en ejercicios en los que contaban y hablaban en voz alta a sus fetos, acompañando eso con toques coordinados en el abdomen para que el feto prestase atención. La idea era fomentar el crecimiento intelectual futuro del niño. Cuando se le preguntó en un noticiario de la ABC si creía que los padres que no seguían su programa estaban dejando las mentes de sus hijos en barbecho, dijo: «No quería que nadie se sintiese culpable. Pienso que se están perdiendo una ventaja».

Quizá, o quizá no. Aunque algunos estudios muestran que hay fetos que reaccionan al sonido de la voz de su madre, puede que no oigan mucho más que un sonido distante, apagado, distorsionado por el acuoso seno materno, el zumbido de la sangre al pasar por la placenta y los latidos del corazón de la madre y del suyo mismo. Algunos científicos sostuvieron en el programa de la ABC que las mujeres en estado de buena esperanza de la Universidad Prenatal estaban perdiendo su tiempo y su dinero porque ninguna investigación había demostrado que el cerebro de un feto se beneficie de ese tipo de tratamiento. Uno fue más lejos: «El feto tiene tanto trabajo que hacer madurando y consiguiendo que su cerebro se desarrolle que no necesita ese otro tipo de estimulación, que podría interferir». Otro decía: «La estimulación podría interferir en la necesidad que tiene el feto de descansar. Se pasa el 90% del tiempo durmiendo, cuando está creciendo, recargando sus baterías y conservando su energía metabólica».

La teoría del ejercicio mental se puede aplicar a varias de las funciones cerebrales, a la memoria en especial. Si se obliga usted a recordar mantendrá las vías sinápticas vivas. Si se obliga constantemente a aprender mantendrá en su cerebro también un proceso eficaz que rendirá fruto a largo plazo, con lo que su memoria de trabajo se conservará pujante en la vejez. A medida que usted envejezca podrá valerse de esos tipos de actividades mentales para contrarrestar cierta degradación de los lóbulos frontales, los encargados de la memoria de trabajo. Sacar a luz los recuerdos es un ejercicio cognoscitivo maravilloso y benéfico. Quizá sea por eso que muchos viejos vuelven a contar a menudo historias del pasado: para mantenerlas vivas no solo para los demás, sino para sí mismos.

Los cambios que padece la memoria cuando la edad es avanzada se deben en gran medida a una eficiencia menor del procesamiento, no a algún desperfecto patológico del cerebro. Envejecer es inevitable; una pérdida grave de memoria, no. Varios factores pueden retardar la eclosión de los problemas memorísticos del mal de Alzheimer y de otras formas de demencia. La ingestión de antioxidantes, como la vitamina E y la selegelina, podrían ayudar también al cerebro a mantener a raya los ataques contra las neuronas. El uso de fármacos anti-inflamatorios no esteroideos, la aspirina y el ibuprofeno, por ejemplo, quizá sea también provechoso, pues se cree que la inflamación es una causa de las placas y amasijos que se encuentran en los cerebros de los enfermos de Alzheimer. Lo corrobora un repaso de numerosos estudios epidemiológicos efectuados con personas con artritis; las primeras indicaciones dicen que quienes toman agentes antiinflamatorios durante años para reducir los síntomas de la artritis corren quizá un riesgo menor de padecer el Alzheimer. Pero los investigadores advierten severamente de que no debe entenderse que esos estudios conminan a tomar aspirinas o ibuprofeno todos los días. Ningún fármaco antiinflamatorio se ha diseñado para ser consumido prolongadamente, y podría haber efectos secundarios graves -deterioro del recubrimiento del estómago, hemorragias internas e interferencias con la función renal- mucho más amenazadores para la vida que el Alzheimer.

¿Pueden invertir los fármacos la pérdida de memoria? Nuestra década del cerebro ha renovado, sin duda, la búsqueda de productos farmacéuticos que lo consigan. Por

ejemplo, Gregory Gray, de la Universidad del Sur de California, halló que los suplementos de vitamina B 12 pusieron en marcha milagrosamente la recuperación completa de ocho de los trece individuos seniles de su estudio. En Italia, otro estudio concluyó que los pacientes de Alzheimer que tomaban dos gramos de carnitina al día durante un año mostraban una mejora significativa de la memoria a largo plazo y de la destreza verbal.

John Morley, jefe de medicina geriátrica de la Escuela de Medicina de la Universidad de San Luis, descubrió que los betaamiloides, componentes de la membrana de las células nerviosas, dañaban a otras neuronas. En un golpe de intuición, comprobó que los betaamiloides eran más que abundantes en los cerebros de los enfermos de Alzheimer. En consecuencia, sugirió que los bloqueadores de los betaamiloides podrían ser quizá un buen tratamiento futuro de esa dolencia.

Que los fármacos puedan mejorar una memoria saludable es otro cantar. La idea de que una píldora ayude a un cincuentón sinápticamente en apuros a recordar dónde dejó las llaves del coche es toda una tentación para aprovechados, estafadores y charlatanes. A principios de 1997, por ejemplo, el ginkgo biloba hizo furor. Ese extracto del árbol del mismo nombre se vendió con profusión en las tiendas de artículos para la salud como suplemento herbario. Las investigaciones mostraron que mejoraba el flujo sanguíneo en el cerebro. Los vendedores insistían, pues, en que aportaba más oxígeno al cerebro, lo cual, «claro está», mejora la memoria. En fin, el oxígeno no desempeña ningún papel especial en la codificación memorística. Además, nuestros cerebros consiguen todo el oxígeno que necesitan de forma natural. Si una persona tuviese suficiente falta de oxígeno en su cerebro como para que perjudicase a su memoria, tendría un problema mucho mayor: el de estar al borde de un accidente vascular en el cerebro. Hay ciertos estudios que revelan que a los individuos que tomaban el ginkgo biloba les iba mejor en ciertas pruebas cerebrales, pero otros estudios no vieron mejora alguna. En resumidas cuentas: no sabemos lo bastante acerca de esta sustancia como para recomendar su uso, y mucho menos hacer generalizaciones sobre sus beneficios.

De la misma manera, investigaciones recientes indican que una clase de sustancias químicas, las ampakinas, quizá potencien algunos procesos que participan en la formación de los recuerdos. Gary Lynch, de la Universidad de California en Irvine, inyectaba ampakinas en los cerebros de las ratas de laboratorio, y observó que recordaban su camino por los laberintos mucho mejor que las ratas que no habían recibido el tratamiento. En ensayos muy preliminares, unos jóvenes con recuerdos normales que tomaban ampakinas obtuvieron unos resultados un 20% mejores en ciertas pruebas estandarizadas de la memoria a corto plazo, y hombres en la sesenta y en la setentena hasta doblaron sus puntuaciones. Solo unas pruebas exhaustivas nos dirán si las ampakinas y otros fármacos memorísticos son de verdad eficaces para con los seres humanos. Una y otra vez, «potenciadores de la cognición» que obraban maravillas en las ratas de laboratorio e incluso en pequeños grupos de prueba humanos defraudaron en los ensayos clínicos controlados. Muchos, en definitiva, no estimulan más el cerebro que una buena taza de café.

El claro mensaje que habría que extraer de los beneficios del ejercicio físico y mental es que lo peor que usted podría hacer con su cerebro es contentarse con una vida pasiva. El hábito de la pasividad está por todas partes en nuestra cultura, desde el ansia por las curas milagrosas hasta ver la televisión durante horas o ser apático en política. La acción física y mental es fundamental para conservar nuestra salud mental.

LA PITANZA

Lo que ingerimos es también fundamental para lo que pensamos y sentimos. El cerebro es un horno increíblemente activo: consume un 25 % de la glucosa y del oxígeno que tomamos. La glucosa que quema es su único combustible, y sin embargo ni tiene siquiera un sido para almacenarla. La poca glucosa que en cualquier momento hay en el cerebro puede agotarse en unos cinco o diez minutos si no se repone. El cerebro necesita también otros nutrientes. Los investigadores están dando grandes pasos en descubrir cómo pueden ayudar los distintos alimentos a mantenernos más jóvenes, ser más listos y sentirnos mejor.

Las relaciones entre lo que ingerimos y lo que pasa en nuestros cerebros son a veces inmediatas y a veces complejas. Es corriente que quienes sufren depresiones y otras perturbaciones mentales se alimenten mal. Se pueden asociar a cambios de estado de ánimo. Deficiencias nutricio-nales menores, pérdidas de memoria, confusión, depresión y otras perturba-ciones mentales de los ancianos, antes atribuidas sin más al envejecimiento, pueden ser también las consecuencias de una mala alimentación.

Una relación significativa es el efecto que la alimentación tiene en la formación y en la actividad de los neurotransmisores. No es coincidencia que se eche mano de la pasta, los postres y otros alimentos ricos en hidratos de carbono cuando uno se siente para el arrastre. Los hidratos de carbono aumentan las concentraciones en el cerebro de un aminoácido, el triptófano, que es el ladrillo con que se construye el neurotransmisor serotonina. En consecuencia, una cantidad mayor de triptófano significa un nivel mayor de serotonina en el cerebro, lo cual, a su vez, al promover sentimientos de calma y serenidad, alivia la depresión, el insomnio y la irritabilidad. Esto quedó de manifiesto en un estudio dirigido por Katy Smith, del hospital Littlemore, Oxford, Reino Unido. Le dio a la mitad de un grupo de mujeres con un historial de depresiones clínicas una bebida que contenía triptófano y a la otra mitad una bebida sin esa sustancia. Las mujeres descansaban varias horas y a continuación se evaluaban los cambios en su estado de ánimo. El grupo que no tomó triptófano se sentía bastante peor.

Hasta al colesterol se le está atribuyendo un papel en la regulación del estado de ánimo. Aunque le hemos echado una maldición, seguimos necesitándolo, al menos en cantidades moderadas, porque hace falta para la fabricación de sustancias cerebrales como la mnielina que rodea y protege las fibras nerviosas. Estudios recientes han asociado una bajada rápida de los niveles de colesterol a la depresión, la ansiedad, el pánico, la violencia y el suicidio. Cuando nos pasamos de la raya al alterar la alimentación, en este caso disminuyendo hasta cotas absurdas los niveles de colesterol, nos arriesgamos a perturbar el equilibrio que necesitamos.

Los estimulantes del sistema nervioso central, la cafeína entre ellos, afectan también al estado de ánimo. De una a dos tazas de café pueden combatir la fatiga, mantenernos más alerta y mejorar el rendimiento laboral, pero dosis mayores desembocan frecuentemente en agitaciones, dolores de cabeza, nervio-sismo o una menor capacidad de concentrarse.

A menudo se encuentran carencias de vitaminas B1, B2, B6 y B12, niacina, ácido fólico y vitamina C en los pacientes psiquiátricos; se cree que contribuyen a un ciclo de depresión, falta de interés por la comida, desnutrición progresiva y trastornos metales o emocionales crecientes. Las deficiencias vitamínicas rara vez se dan aisladas; están acompañadas casi siempre de una ingestión inadecuada de otras vitaminas, proteínas, hierro y minerales. Incluso carencias pequeñas en personas normales pueden promover cambios de la personalidad y del estado de ánimo, insomnio, agresividad y merma del raciocinio y la discriminación. Está claro que una alimentación mejor, rica en vitaminas y

minerales, con suplementos si es necesario, es el camino para dar la vuelta a muchas dolencias del cerebro. Parecerá un consejo tan viejo como el mundo, pero una alimentación equili-brada es la mejor medicina del cerebro.

Comer alimentos ricos en ciertos nutrientes en el momento oportuno de la vida puede aumentar también la inteligencia. Por ejemplo, una falta de yodo en la alimentación materna durante el embarazo puede conducir a dolencias hipotiroideas que pueden causar graves daños cerebrales en el niño aún no nacido. La pubertad es vulnerable a la falta de hierro por el estirón, y las mujeres, por la aparición de la mens-truación. Un estudio de la Universidad Johns Hopkins de unas chicas en esa edad reveló lo importante que es el hierro para un funcionamiento adecuado del cerebro. A la mitad de un grupo de chicas que tenía una carencia ligera de hierro se les dio un suplemento, a la otra mitad no. El grupo con suplementos mejoró su rendimiento en las pruebas de memoria y aprendizaje.

Un subconjunto importante en nuestra alimentación cotidiana son las medicinas que tomamos. Lo normal es que los médicos y las casas farma-céuticas se ocupen de cómo afecta un producto psicoactivo al cuerpo y el cerebro de un paciente. Pero en vez de preguntar solo qué hace el fármaco, el médico debería preguntar qué le hace el fármaco al paciente. El problema que se pasa por alto es la actitud del paciente hacia la medicación que está tomando. ¿Cuál es su impresión del valor terapéutico de ese fármaco en particular? ¿Qué desea y qué espera por lo que se refiere a los efectos secundarios y al resultado del tratamiento? A la complejidad de cualquier intervención farmacológica hay que añadir los pensamientos, estados de ánimo y actitudes del paciente. A medida que la terapia farmacológica lucha por ser más precisa, irá dependiendo más de que se conozca la psicología. Casar tratamientos farmacológicos y síntomas debe considerarse, pues, un componente esencial del tratamiento de cualquier trastorno cerebral.

La aplicación directa de los neurotransmisores al cerebro podría ser un día parte del arsenal químico. ¿Por qué los niños que sufren lesiones cerebrales se recuperan a menudo del todo, mientras que los adultos con la misma lesión se quedan incapacitados permanentemente? Ronald Kalil, de la Universidad de Wisconsin, observó que los cerebros de los gatos jóvenes están bañados en factores neurotróficos, que ayudan al cerebro a reorganizarse o a reconstruir las redes deterioradas. Los cerebros de los gatos adultos, en cambio, tienen cantidades mucho menores de esas sustancias químicas. Cuando Kalil empapó unas esponjas diminutas en una solución de factor neurotrófico y las colocó en los cerebros de gatos adultos con lesiones cerebrales, y esos cerebros maduros empezaron a repararse solos.

La utilización de fármacos o incluso de sustancias naturales que mejoren el rendimiento de nuestro cerebro se da de tortas con nuestras raíces puritanas y nos produce la impresión de que estamos engañando. Sin embargo, usamos a diario otras herramientas medioambientales que nos ayudan a tirar mejor. A medida que vaya habiendo más opciones disponibles el debate continuará acerca de qué se debe usar y qué no, y de si el objetivo de nuestras vidas debería ser volvernos más eficientes y llegar a estar más satisfechos gracias a esos medios.

TECNOLOGÍA

Los fármacos son solo un arma de un arsenal tecnológico mayor que la sociedad tiene para combatir las enfermedades mentales y mejorar de una u otra forma el cerebro. Cuando suena el teléfono móvil, el microondas pita, el ordenador se bloquea y el módem fax hace ruido puede parecer que la técnica moderna es más bien una maldición que una

ayuda. Los científicos y los ingenieros, sin embargo, están desarrollando muchas formas de utilizarla para curar.

Por ejemplo, se están domeñando las propias señales eléctricas del cuerpo para que personas paralizadas puedan comunicarse. Los científicos de la Universidad de Emory han implantado con éxito un electrodo en la corteza motriz de dos pacientes en esas condiciones. A lo largo de varios meses las neuronas se desarrollaron sobre el electrodo y crearon una conexión entre sus circuitos y los del cerebro. Ahora, cuando las neuronas se disparan el electrodo capta la señal y la transmite por la piel a un receptor en la superficie del cuero cabelludo. Una vez adiestrados los pacientes, pueden controlar los patrones de impulsos con los que se puede mover un cursor por la pantalla de un ordenador. Han podido, hasta la fecha, comunicarse de manera básica así. En el futuro, quizá sea posible valernos de este tipo de señales para dirigir una silla de ruedas, una extremidad protésica o incluso los músculos auténticos de una extremidad paralizada.

También se está usando la tecnología para adiestrar el cerebro, sea de niños que padecen trastornos del aprendizaje, sea de soldados. Todo el que haya visto un videojuego puede imaginarse de qué manera es un simulador de realidad virtual, un instrumento efectivo para formar pilotos o conductores de tanques. Entre las investigaciones de verdad apasionantes están las que se valen de juegos de ordenador para ayudar a los niños disléxicos. Como se contó en el capítulo 7, Paula Tallal, de la Universidad Rutgers, y Michael Merzenich, de la Universidad de California en San Francisco, han elaborado unos programas de ordenador para los niños que tienen problemas al procesar ciertas combinaciones de sonidos de letras, que derivan en una dificultad lectora.

El Tamagotchi, el juguete interactivo japonés que tanto éxito ha tenido, muestra el poder que la tecnología interactiva puede llegar a tener en nuestra psicología. El Tamagotchi es una mascota del ciberespacio, una figurita en una pantalla de llavero que necesita que se la ame, que se juegue con ella y se la alimente a lo largo de los días y de las semanas, porque, si no, morirá. Los niños observan cómo la mascota rompe el cascarón de su huevo en la pantalla, y a partir de ahí la cuidan a medida que va expresando sus necesidades, hasta una vez cada diez minutos en los momentos más intensos. Si el niño es descuidado la mascota muere. Se puede hacer que el juego vuelva a empezar, pero aun así mantener a la mascota viva sigue siendo para muchos niños una experiencia emocional increíble. ¿Podría recurrirse a este tipo de tecnología para enseñar destrezas sociales o del comportamiento?

Los ordenadores se están usando para simular terapias habladas y para guiar la relajación y la meditación. Un programa de ordenador, el Programa de Aprendizaje Terapéutico, elaborado recientemente en la Universidad de California en Los Angeles, actúa como un libro de autoayuda interactivo pensado para que los pacientes puedan hacer frente a su depresión y ansiedad. Las sesiones duran treinta minutos, y tienen lugar una vez a la semana durante diez semanas. Los pacientes le comunican al ordenador sus problemas, y este elabora una estrategia para ayudarles a atajarlos. Este tipo de programa debería usarse solo con la supervisión de un profesional de la salud mental, pero gracias a él los pacientes tienen un grado de autocontrol e independencia que les permite avanzar a su propio ritmo sin interrupción.

Hay además muchos sitios de Internet y programas de ordenador dedicados a enseñar relajación, meditación e incluso hipnosis. Estos programas varían en su grado de interactividad y también en su efectividad. Otros sitios proporcionan material educativo convencional con información médica de todo tipo, por no mencionar las listas de grupos de apoyo, médicos y organizaciones para cualquier tipo de trastorno. Tener acceso a

tiempo a informaciones precisas puede ser el mejor medio de que disponga el paciente para una recuperación rápida.

Otra aplicación de la nueva técnica puede ayudar a los dos millones de estadounidenses que tienen «temblor esencial», una enfermedad mal conocida que causa un temblor permanente pero no otros síntomas, y al medio millón con el mal de Parkinson. Se implanta un electrodo diminuto en el tálamo. Desde allí un cable se extiende bajo el cuero cabelludo hasta la clavícula, donde está implantado un «generador de impulsos» del tamaño de un marcapasos. El generador manda ondas eléctricas al electrodo, que bloquea los temblores mediante la emisión de impulsos constantes, diminutos. En los estudios hechos con 120 pacientes que recibieron el implante, los temblores desaparecieron en aproximadamente la mitad de quienes padecían temblor esencial. Otros mostraron diversos grados de mejora. El implante no ayudó tanto a los enfermos de Parkinson, pero aun así seguía siendo prometedor.

Un avance reciente que parece pura ciencia ficción es la estimulación magnética transcraneal. Esta técnica nueva para influir en el cerebro no parece que conlleve los efectos secundarios a veces dañinos de los iarmacos o de la cirugía. Se coloca contra el cuero cabelludo, junto al área cerebral donde hay que influir, una pequeña bobina magnética con forma de ocho. Este aparato administra repetidos brotes de campo magnético durante unos veinte minutos cada vez, que excitan o inhiben la actividad sináptica en regiones localizadas del cerebro. Los investigadores del Instituto Nacional de la Salud Mental han valido de esta técnica para tratar la hiperactividad del lóbulo frontal que se observa en los trastornos obsesivo compulsivos. Doce pacientes diagnosticados con esa dolencia recibieron la estimulación en diferentes puntos del cerebro. Estos se encontraron con que la estimulación del lóbulo frontal en el lado derecho de la cabeza causaba una reducción de las compulsiones y un estado de ánimo mejorado. Hay que completar más investigaciones antes de que sepamos de verdad las posibilidades de esta técnica nueva. Los investigadores están emocionadísimos con que se pueda usar la estimulación magnética para sacar a las personas de depresiones graves, como un método que sustituya a la eficaz pero destructiva terapia con electrochoques. Se ha logrado en los ensayos excitar las neuronas de la corteza prefrontal izquierda (detrás de la frente), donde la actividad eléctrica es a menudo anormal en los deprimidos.

A medida que es mayor la magia de nuestras máquinas y que ganamos más y más conocimiento de cómo funciona el cerebro, mejor podemos usar los dispositivos tecnológicos para que nos ayuden a dirigir nuestras vidas, no como los meros esclavos maravillosos que empleamos ahora en el mundo externo, sino como asistentes inteligentes que nos guiarán para que utilicemos mejor lo que tenemos en la «caja negra».

Hace años apunté que la revista 77ie Sharper Image anunciará pronto el completo «gimnasio cerebral para el hogar». Mi gimnasio personal del futuro sería una máquina diseñada individualmente para maximizar cada día. Sería probablemente un subidor de escaleras o un andador de gimnasio con todo tipo de artilugios conectados y un ordenador incorporado que vigilaría y preguntaría a quien se subiese a la máquina. Se repasarían las actividades y logros de ayer, y se ejecutaría un juego para ver cómo estaba la actividad cerebral en esos momentos. El ordenador conocería toda la historia pertinente del usuario del aparato de gimnasia y, tras una serie de evaluaciones neurológicas del estado de alerta físico y mental, del estado de ánimo, etc., y tras preguntar sobre las actividades del día venidero, diseñaría unos ejercicios exhaustivos para el cuerpo y el cerebro que pondrían a punto al usuario para lo que pudiera esperarle más adelante. Si un sistema determinado no estuviera del todo bien, la máquina centraría los ejercicios en volver a poner las cosas en equilibrio. Acompañaría al ejercicio físico el tipo adecuado de luz y se proyectarían las armonías, ritmos y aromas apropiados para mantener el cerebro

a punto. Rompecabezas, videojuegos y problemas tendrían también un papel en subir o bajar el nivel de un sistema u otro. El resultado final sería que una persona saldría del gimnasio no solo preparada físicamente, sino también mentalmente para el día que le espera.

LA ESPIRITUALIDAD Y LA MEDITACIÓN

Un aspecto que a menudo se pasa por alto del tratamiento de las enfermedades mentales es la conexión entre la mente y el cuerpo. La mente, o el libre albedrío, puede influir en las manifestaciones físicas de la enfermedad. El famoso caso del actor de Broadway Yul Brinner, tanto tiempo protagonista de *El rey y yo*, que parecía que puso en remisión su cáncer durante una década contrarrestándolo solo con su voluntad, hizo que muchos fueran conscientes del gran poder que la mente ejerce sobre el cuerpo. Las personas religiosas, quienes practican el yoga o la meditación, y los seguidores de las culturas orientales están familiarizados con los poderes que la mente puede ejercer sobre las enfermedades mentales y sus efectos en el cuerpo, poderes que la ciencia médica occidental rara vez examina.

Hebert Benson, de la Escuela de Medicina de Harvard, es un investigador médico que ha defendido el poder de la mente en la utilización de la «reacción de relajación», la reacción física del cuerpo a la relajación mental. Esta se logra por lo común mediante la práctica de la meditación o de la relajación progresiva. Benson está escudriñando los efectos de la oración. En su nuevo libro, *Curación intemporal: el poder de la biología de la creencia*, cita un estudio de 92.000 personas del condado de Washington, Maryland, que iban a la iglesia una vez o más a la semana. Este grupo de personas tenía un 50% menos de muertes por enfermedades cardíacas coronarias y un 53% menos de suicidios que el común de la población.

En 1998 se publicaron varios reportajes de peso en la prensa sobre los posibles nexos entre la espiritualidad y la salud mental. Estamos lejos de sacar ninguna conclusión. Como pasa con las medicaciones, cualquier eficacia de la espiritualidad quedaría afectada por la actitud de una persona hacia ella. Aquí, la estructura del cerebro puede hacer que cueste aún más hallar claridad. Los dos hemisferios cerebrales proporcionan formas de mirar y comprender el mundo. El derecho intenta ver el conjunto, el izquierdo ordena experiencias concretas. Esto conduce a maneras muy diferentes de abordar conceptos abstractos, como la divinidad.

El hemisferio izquierdo se inclinaría por un dios de la Palabra. Aquellos en quienes domina el hemisferio izquierdo tendrían la Palabra como sagrada: la Biblia como la verdad y la guía, su orden manda. Como dice el predicador Jerry Falwell, «las Escrituras son las Escrituras», y su relato tiene vara alta. Dios no es otra cosa que victoria, y el cielo, una recompensa llena de felicidad. Todo tiene un motivo y un punto final.

Aquellos en quienes domina el hemisferio derecho tendrán como lo más querido la experiencia; querrían insertarse a sí mismos en la configuración de Dios y verlo y aceptarlo todo y a todos como parte del conjunto de la creación de Dios. Para ellos, Dios es simplemente la unidad, que es un continuo misterio. El cielo de aquellos en quienes domina el hemisferio derecho es solo una parte de esa unidad.

Por desgracia, quienes defienden estas dos visiones chocan a menudo entre sí por determinar qué sea la «verdad». Cuando intentan reinar de manera absoluta, sin embargo, a cada bando le falta un punto fundamental. Ambos están de acuerdo en que Dios es algo que se caracteriza porque no se pueda concebir nada mayor. No obstante, para los seres humanos toda concepción está limitada por el lenguaje, el contexto y las capacidades de significación del cerebro, un límite que no da para poder definir algo que

está más allá de lo concebible. En vez de discutir por nuestras diferentes concepciones de Dios, y a veces matarnos los unos a los otros por ellas, deberíamos intentar juntar ambas deidades -ambos hemisferios-. Podríamos entonces, al menos, encontrar un camino mejor por el que pensar acerca del Todopoderoso y acerca del universo y nuestro lugar en él.

Poderoso como puede ser el cerebro para concebir tan complejo pensamiento, merece también de vez en cuando un descanso. Otra vez nuestra comparación con los músculos: cuando trabaja demasiado el cerebro se fatiga. Por desgracia para el cerebro, ir a dormir no proporciona un descanso absoluto. Sigue recibiendo estímulos del entorno y del cuerpo incluso mientras duerme, y además genera al mismo tiempo, con constancia, sueños.

Para promover la salud y el bienestar debemos ayudar al cerebro a descansar. Una manera de lograrlo consiste en la meditación. La meditación es una conciencia enfocada a la que se llega permaneciendo en reposo y fijando la atención dentro de uno mismo. Se observan los pensamientos, los sentimientos y las percepciones, y luego se los deja a un lado. Se suspende el juicio y se presta atención solo al objeto de la meditación. Algunas personas escogen una palabra o frase que dicen en voz alta o para sí mismas. Otras se concentran en mirar un objeto, una vela, por ejemplo, o una estampa. Se ponen a un lado la lógica y el lenguaje. Se ignora lo que pueda distraer. Gradualmente, la mente se va aquietando y se alcanzan niveles de conciencia más altos.

El cuerpo tiene una reacción física a este estado alterado de conciencia. La actividad del sistema nervioso simpático disminuye y el metabolismo va más despacio. El ritmo cardíaco, la presión sanguínea y la respiración caen, y la conductividad eléctrica de la piel y el flujo sanguíneo decrecen. Sé ha visto que estas reacciones corporales reducen la presión sanguínea alta, alivian el dolor crónico y las migrañas, y suavizan la depresión y la ansiedad. La propia actividad eléctrica del cerebro cambia también. En vez de mantener una tormenta descentralizada de señales, un gran número de sus neuronas se dispara en una plácida sincronía.

LA PASIÓN

Encontrar nuestra sincronía individual en la vida tiene la misma importancia para la salud del cerebro. Es crucial dejar que nuestros talentos florezcan, e importante para apartarnos de las conductas adictivas que abundan en la vida.

Una actividad que nos dé una sensación de tener un propósito, y una sensación de logro, que nos haga sentirnos felices de vivir, nos ayudará a cuidar y alimentar nuestro cerebro. Muchos dejan lo que aman, o lo que saben que necesitan hacer por sí mismos, para más tarde, e intentan liquidar antes las exigencias del mundo. ¡Qué grave error! Es mucho mejor conseguir que parte de nuestras vidas se consuma con actividades en las que podamos poner todo nuestro corazón, mente, energía y alegría.

Encuentre una misión en su vida. Un compromiso con una vocación, con una carrera, hasta con una afición centra la mente y el alma. Los pacientes psicóticos no oyen «las voces» mientras están atareados trabajando. Sin duda, las personas corrientes podemos calmar nuestras voces interiores con algunas actividades hechas a conciencia. Casi cualquier forma de trabajo o de esfuerzo concentrado puede aquietar el ruidoso cerebro. Entregarse a lo que se ama es aún más poderoso porque trae consigo una sensación de logro, de placer y de bienestar. La pasión cura.

Recuerde un punto importante: al perseguir su pasión, lo que importa es el hecho en sí, y no alcanzar la meta. Una dieta de actividad constante, estimulante, es la mejor receta para nuestras inquietudes. Mantiene el cerebro en un estado de cambio constante, fluido,

de confirmación y anticipación, y así se reducen el ruido, la fragilidad, las dudas sobre uno mismo y el estancamiento contra los que todos hemos de luchar.

Agradecimientos

Un libro crece de muchas formas; este evolucionó. Se fue desarrollando en distintos nichos evolutivos, con saltos bruscos hacia la fase siguiente, lo mismo que el cerebro. Hace casi cinco años le propuse a Jill Mullen, directora de investigación, que escribiéramos un manual de introducción sobre el cerebro, hacía mucha falta uno para profesionales de la salud mental. Parecía un proyecto de más trascendencia que un estudio más sobre los efectos de un fármaco. Jill tragó saliva y pechó con otra tarea imposible, con el susto, cómo no, en el cuerpo. A lo largo de aproximadamente los tres años siguientes dirigió nuestro siempre cambiante grupo de investigación. Ayudó a todos a mantenerse concentrados en la creación de una guía de la «caja negra». Muchos años y dos mil páginas después el manual sigue esperando su publicación. Tengo una inmensa deuda de gratitud con las siguientes personas: Gail Garber, Rosemary Kwa, Carolyn Brenner, Susan Bullivant, Robert J. Kirkpatrick, Julie Maynihan, Jessica Smock, Jessica Ratey, Susan Herzberg, Tika Shah, Robin Fox, Graham Spruiell, David Hofhnan y Jennifer Chadwick. Lo que trabajamos y aprendimos juntos fue el punto de apoyo para el siguiente salto evolutivo.

Debo también, por esa primera fase, una nota especial de agradecimiento a Robert Kirkpatrick y Jeff Sutton, quienes ayudaron a moldear **Cuatro reinos del cerebro**, ensayo que escribí en 1993. Ambos me echaron una mano en la creación de una versión más actualizada y correcta. Su trabajo dio como resultado una serie de artículos titulada «Cuatro teatros del cerebro», que se convertirían en la base del capítulo 9. La fase siguiente nació de la primera y la promovió mi editora de Pantheon, Linda Healey, que había publicado mis libros anteriores, escritos en colaboración con Edward Hallowell y Catherine Johnson. Cuando le hablé de mi proyecto del cerebro, me sugirió que pensase en una versión más breve y aún más legible, ilustrada con viñetas; quería que intentase instruir al público en general, explicar a todos la maquinaria oculta en la caja negra. Jill Neerham, mi agente en Palmer and Dodge, dio ánimos y orientación, y con la ayuda de Susan Heath y Robert Kirkpatrick conseguí arrancar. Estuvimos de acuerdo en que la obra quedaría mejor si pasaba por el filtro de un «negro» que no contase las cosas de manera técnica. Le debo mucho a Mark Fischetti, que desempeñó ese papel a la perfección. Con los capítulos del manual como base, intenté enseñarle todo acerca del cerebro valiéndome de sucesos de mi propia vida y de mi experiencia profesional. Mark es un escritor competente y redactor especializado en temas científicos, pero tenía escasos conocimientos acerca del cerebro, así que fue el suyo un trabajo tanto de aprendizaje como de redacción. Le debo mucho a que no dejase de apretarme para que buscase una forma más clara de presentar una idea o contase de manera más concisa una historia y que encajara mejor con la idea. Fue verdaderamente un artista en acción.

Para la fase final, los últimos retoques, recluté a dos de mis compañeros, James Hopper y Carl Albert, que aceptaron generosamente leer y criticar la obra ya acabada. Estaré siempre agradecido al doctor Albert Galaburda, que añadió profundidad y precisión a la materia de este libro. Aceptó corregir mis errores y enfrentarse a mis metáforas descabelladas. Se lo leyó renglón por renglón, lo comentó y me convenció de que cambiase aquí tal cosa, allá tal otra. Al proporcionó un sólido telón de fondo, y le agradeceré siempre su interés y apoyo en hacer esté tipo de libro accesible al público en general.

Tengo una deuda de gratitud con los muchos que han influido en mi vida y me llevaron a mi pasión, y por tanto a este libro. Con Frank Elliot y Norman Geschwind, que abrieron el camino para todos los que nos ocupamos del cerebro y de la conducta. Con Ned Hallowell, con quien empezó mi carrera de autor para un público no especializado.

Con Catherine Johnson, que tanta confianza y apoyo aportó. Con Ben López, Bart HersHKovitz, Larry St. Clair, Allan Hobson, George Valliant, Jules Bemporad, Bessel van der Kolk, Marcel Kinsbourne, Frederick Schiffer, Polly Heninger, Brenda Bemporad, Douglas Watt, Martha Stark, Robert Stickgold, Paul Wender, y con mis pacientes, los mejores maestros. Con mi esposa e hijos, que pusieron de su parte apoyo, amor y sugerencias editoriales.

Finalmente, me gustaría dar las gracias al responsable editorial que ahora se encarga de mis libros, Dan Frank, y a su competente ayudante, Jennifer Weh, cuya pericia y amables aguijonazos llevaron este libro hasta su conclusión.

Bibliografía

1. Desarrollo

- CAMPBELL, Don, *The Mozart Effect*, Avon Books, Nueva York, 1997. COMINGS, David E., M. D., *Search for the Tourette Syndrome and Human Behavior Genes*, Hope Press, Duarte, California, 1996.
- GREENSPAN, Stanley I., M. D., *The Growth of the Mind*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1996.
- HAMMER, Dean y Peter COPELAND, *Living with Our Genes*, Doubleday, Nueva York, 1998.
- HARRIS, James, M. D., *Developmental Neuropsychiatry*, vols. 1 y 2, Oxford University Press, Nueva York, 1995.
- JOHNSON, Mark, *Brain Development and Cognition: A Reader*, ed. Blackwell Science, Malden, Massachusetts, 1993.
- KAGAN, Jerome, *Galen's Prophecy*, Basic Books, Nueva York, 1994.
- MICHEL, George E y Celia L. MOORE, *Developmental Psychobiology: An Interdisciplinary Science*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. PURVES, Dale y Jeff W DCHTMAN, *Principles of Neural Development*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 1985.
- RUTTER, Michael y Dale HAY, *Development Throughout Life: A Handbook for Clinicians*, Blackwell Science, Malden Massachusetts, 1994.
- RUTTER, Michael y Marjorie RUTTER, *Developing Minds*, Basic Books, Nueva York, 1993.

2. Percepción

- CALVIN, William y George OJEMANN, *Conversation with Neil's Brain*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1994.
- CYTOWIC, Richard, M.D., *The Neurological Side of Neuropsychology*, Bradford Books, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- GREENFIELD, Phyllis, *The Human Mind Explained*, Henry Holt, Nueva York, 1996.
- HOOPEY, Judith y Dick TERESI, *The Three-Pound Universe*, Del Publishing, Nueva York, 1986.
- KOSSLYN, Stephen y Olivier KOENIG, *Wet Mind*, Free Press, Nueva York, 1992.
- KOTULAK, Ronald, *Inside the Brain*, Andrews McMeel Publishing, Kansas City, Montana., 1996.
- STEWART, Ian y Jack COHEN, *Figments of Reality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

3. Atención y conciencia

- BAARs, Bernard, *In the Theatre of Consciousness*, Oxford University Press, Nueva York, 1997.
- CALVIN, William, *The Cerebral Symphony*, Bantam Books, Nueva York, 1990.
- CHALMERS, David, *The Conscious Mind*, Oxford University Press, Nueva York, 1996.
- CHURCHLAND, Paul, *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995. .
- CRICK, Francis, *The Astonishing Hypothesis*, Scribners, Nueva York, 1994. DENNETT, Daniel, *Consciousness Explained*, Little Brown, Boston, 1991. FUSTER, Joaquin, *The*

Prefrontal Cortex, Lippincott-Raven, Filadelfia, 1997. HAMEROFF, Stuart R., et al., Toward a Science of Consciousness, ed. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. MITCHELLWALDROP, M., Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos, Touchstone, Simon & Schuster, Nueva York, 1993.

5. Memoria

ALKON, Daniel, Memory's Voice, HarperCollins, Nueva York, 1992. MAHONEY, David y Richard RESTAK, The Longevity Strategy, John Wiley Nueva York, 1998. RUFF, Rebecca, Committed to Memory, Crown Publishers, Nueva York, 1998. SCHACTER, Daniel, Searching for Memory, Basic Books, Nueva York, 1996. VAN DERVOLK, Bessel; Alexander MACFARLANE, y Lars WEISAETH, Traumatic Stress, Guilford Press, Nueva York, 1996. 6. Emoción AGGLETON, John, The Amygdala, ed. Wiley-Liss, Nueva York, 1992. BENSON, Frank, D., M. D., The Neurology of Ainking, Oxford University Press, Nueva York, 1994. EKMAN, Robert y Richard DAVIDSON, The Nature of Emotion, Oxford University Press, Nueva York, 1994. GOLEMAN, Daniel, Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ, Bantam Books, Nueva York, 1995. (Hay traducción al castellano: Inteligencia emocional, Kairós, Barcelona, 1996.) LEDoux, Joseph, The Emotional Brain, Simon & Schuster, Nueva York, 1996. PERT, Candace, Molecules of Emotion, Scribners, Nueva York, 1997. SCHORE, Allan, Affect Regulation and the Origin of the Self, Lawrence Erlbaum, Hillside, Nueva Jersey, 1994. SIEVER, Larry, M.D. y William. FRUCHT, The New View of the Self, Macmillan, Nueva York, 1997.

7. Lenguaje

CALVIN, William, How Brains Think: Evolving Intelligence, Then and Now, Basic Books, Nueva York, 1998. (Hay traducción al castellano: Cómo piensan los cerebros, Debate, Madrid, 2001.) -, The Cerebral Code, Bradford Books, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996. DEACON, Terrance, The Symbolic Species, W W Norton, Nueva York, 1997. DONALD, Merlin, Origins of the Modern Mind, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1991. GAZZANIGA, Michael, Nature's Mind, Basic Books, Nueva York, 1992. PINKER, Stephen, The Language Instinct, HarperCollins, Nueva York, 1994.

8. El cerebro social

BROTHERS, Leslie, M. D., Friday's Footprints, Oxford University Press, Nueva York, 1997. DAMASIO, Antonio, Descartes 's Error, Grosset/Putnam, Nueva York, 1994. (Hay traducción al castellano: El error de Descartes, Crítica, Barcelona, 1996.) RAMACHANDRAN, V S. y Sandra BLAKESLEE, Phantoms in the Brain, William Morrow, Nueva York, 1998. (Hay traducción al castellano: Fantasmas en el cerebro, Debate, Madrid, 1999.) SCHAMANN, Jeremy, The Cerebellum and Cognition, Academic Press, San Diego, California, 1997.

Índice temático

- ABC, 31, 464
 aborto espontáneo, 40-41
 Academia Naval, 76
 accidente vascular en el cerebro, 54, 60-62, 99, 221, 232-233, 345, 350, 360-361, 400, 461
 acetilcolina, 272, 396
 ácido fólico, 38, 43
 ácidos grasos, 43
 Acredolo, Linda, 227
 acrofobia, 295
 adaptación, receptores del gusto y, 9699
 adenosín trifosfato (ATP), 115
 adicción, 153, 158-165, 306, 307
 adolescentes, emociones y, 294
 adrenalina, 219, 280, 291, 395
 afasia, 340-341, 343, 345, 349, 361
 afecto, 425
 ageusia, 98-99
 agnosia, 339, 400
 agorafobia, 292
 agotamiento neuronal, 300
 agresividad, 297, 299-300, 421
 alcohol, alcoholismo, 38, 41-42, 45, 153, 159, 160, 162-164, 298, 306, 436
 alegría, 305-310
 amor y, 307-308
 - como emoción básica, 284, 291, 305
 - risa y, 309-310
 Ah, Mohamed, 63
 altruismo, 383-394
 ambliopía, 52
 Amgen, 66, 214
 amígdala, 85, 89, 95, 151, 204, 218, 242, 263-264, 277, 307, 398, 410, 411, 412
 ansiedad y, 219, 279
 - descripción de, 394
 - dolor y, 115
 - emociones y, 220-221, 283, 285, 287, 394-397
 - funciones de, 89, 91, 156, 157, 394
 - medial, 418
 - miedo y, 291, 293
 - reconocimiento facial y, 397-401
 - tristeza y, 300
 amnesia, 253-254
 - traumática, 265-271
 - amor, 422-423
 - bioquímica del, 414-418
 - categorías de, 307-308
 amputados, síndrome del miembro fantasma, 80, 113-114
 andar de puntillas, 196-197
 Anderson, Douglas, 215
 andrógenos, 308
 anfetaminas, 152, 307, 308, 414
 anfibios, 34
 animal moral, El (Wright), 383
 anomalías de nacimiento, 44
 anosmia, 84
 ansiedad, 83, 89, 162, 218-219, 279-280, 284, 296, 300
 antibióticos, 44, 98
 antidepresivos, 28, 44, 165, 303, 315
 antioxidantes, 465
 antipsicóticos, 152
 antisocial, comportamiento, 42, 246, 297-298
 apatía, 314-315
 apego, 307-308, 414-415
 Aplysia, 239, 244
 apnea, 102
 apraxia, 343
 apraxia ideomotriz (AIM), 209
 aprendizaje, 85, 188, 232, 307
 - cerebro afectado por el, 50-56
 - conexiones fijas en el, 33, 54, 189, 199-203, 225
 - descripción física del, 33
 - lenguaje y, 56-60
 - memoria y, 239
 - movimiento, memoria y, 224-228
 - «ventanas de oportunidad» en, 57
 - «arbitrariedad del signo», 324
 área preóptica medial, 417
 áreas de toma de decisiones, 291, 367-368, 392-393
 aromaterapia, 88-89
 Arpón de terciopelo, 313
 ascidia, 198
 Aslin, Richard, 332

- Asociación Psicológica Americana (APA), 270
- asocialidad, 412
- ataques de corazón, 298
- atención compartida, 380, 387
- atención selectiva ampliada, 412
- atención y conciencia, 143-186, 412
- como teatro de exploración, 426, 431, 434-435
- conexión entre, 144
- estado del cerebro y, 171-173
- etiquetas emocionales, 156-157
- excitación, orientación, detección, ejecución y, 147-156
- genes y, 158-161
- margen, 175-178
- memoria y, 167-171
- movimiento y, 216-219
- neurotransmisores y, 158
- problemas fáciles y difíciles, 184-186
- proceso de, 144-147, 154
- trastorno de hiperactividad con déficit de la atención y, 162-166
- véase también conciencia ATP,
- véase adenosín trifosfato atracción, 307-308, 414
- audición, 116-127, 120
- autismo y, 119
- ceguera y, 81
- dislexia y, 118-119, 121
- visión y, 124-125
- selectiva, 118
- tinnitus y, 117
- véase también sonido
- auditiva, corteza, 119, 122, 123, 124
- auditivo, nervio, 122
- sistema, 121
- véase también audición; sonido autismo, 14-15, 68, 103-111, 150, 380, 381
- áreas del cerebro afectadas por, 103, 109, 411
- audición y, 119
- características de, 103-104, 108-110, 410-411
- comportamientos producidos por, 104-107, 410
- de Grandin, 25-27, 108, 109, 119, 377, 381
- desarrollo del cerebro social y, 387, 411
- genética y, 22
- migración neuronal y, 37-38
- autoactualización, 311
- Axelrod, Robert, 384
- axones, 20, 32, 37, 39, 172
- babosas marinas, 239, 244
- Baddely, Allan, 247
- baile de San Vito, 193
- Balint, síndrome de, 150
- Bard, Phillip, 282, 283
- bastones, 131-132
- Begin, Menahem, 27
- Benson, Herbert, 475
- betaamiloides, 466
- betabloqueantes, 218, 279-280, 466
- Bickerton, Derek, 328, 360
- blackjack, 290, 371
- Blakeslee, Sandra, 400
- Blum, Kenneth, 159, 306
- bombicol, 88
- bonobos, monos, 326
- Boor, Mary Esther, 60
- Borges, Jorge Luis, 246
- Boston Globe, 65
- Braille, 80
- Breuer, John, 31, 364
- Broca, área de, 126, 260, 263, 336, 337, 342, 345, 361
- Brothers, Leslie, 399
- Brynnner, Yul, 475
- Bucy, Paul, 283
- Bush, George, 63, 212
- Calvin, William, 354
- Camp David,
- conversaciones de paz, 27
- Cannon, Walter, 282, 283, 311
- Cannon-Bard, teoría, 282
- Capgras, síndrome de, 285, 400
- capsaicina, 96
- captopril, 98
- Caramazza, Alfonso, 338
- Carlson, Mary, 103
- Carter, Jimmy, 27
- cartográficas, técnicas, véase mapas
- catálogo multifásico de la personalidad de la Universidad de Minnesota, 368
- cataratas, 51
- células gliales, 37, 66
- células madre neuronales (neuroblastos), 65

- Centro de Investigaciones de los Gemelos y de la Adopción de Minnesota, 49
- Centro Médico Lahey Hitchcock, 65
- cerdos, como donantes para transplantes de células cerebrales, 65-66, 213
- cerebelo, 19, 183, 204, 251, 436
- autismo y, 103, 411, 412
- cerebro social, coordinado por, 385-390, 398
- etimología latina del término, 207
- funciones del, 157, 192, 199, 200, 203, 206, 256
- procesamiento social y, 374
- cerebro, atención y conciencia y, 143-186
- capacidad de hacer nuevas conexiones del, 54-56
- como máquina de predicción, 146
- como órgano «reflexivo», 145
- como sistema de selección, 180
- composición del, 13, 19, 20-21, 31-37
- concepción basada en sistemas, 12
- conciencia de sí neurológica, 2123
- crecimiento fetal del, 36-37, 57
- cuatro teatros del, 425-449
- cuidado y alimentación del, 451-478
- desarrollo, concepción híbrida del, 28
- desarrollo del, 25-66
- emoción y, 279-316
- evolución del, 18, 19, 34-35, 86, 353
- hemisferios de, véase hemisferio derecho; hemisferio izquierdo
- influencias medioambientales en el desarrollo fetal de, 40-45
- interacción entre la parte frontal y posterior del, 197, 202
- lenguaje y, 317-365
- lesiones, reparaciones y, 210-216
- mapa del, 183, 204-209, 206
- mapa neurocientífico del, 12
- memoria y, 229-277
- movimiento y, 187-228
- naturaleza social del, 36, 367-423
- percepción y, 67-141
- plasticidad de, 21, 29, 32, 45, 51, 55-61, 77, 112, 137, 209, 274, 349-352, 463
- problema de la naturaleza y la crianza, y, 46, 49
- regeneración del, 61-66
- reparto regional de funciones en, 188
- retroalimentación entre capas o niveles de, 207, 227
- singularidad individual del, 12, 16
- tres componentes básicos del, 35
- cerebro, estados del, 171-173
- «cerebro olfativo», 86
- cerebro paleomamífero, 19
- cerebro reptil, 18, 19
- cerebro trino, 19
- cerveza, sabor y temperatura y de la, 94
- Cheek, D. B., 170
- Chicago, Universidad de, 341
- Chile, 96
- chimpancés, 323, 324
- chocolate, 308, 413
- Chomsky, Noam, 329-331
- Churchill, sir Winston, 52
- Churchland, Paul, 168, 172, 184
- ciclo menstrual, 91
- sincronía y, 88, 417
- ciegos, 80-81, 129
- cilios, 86, 121
- City Project, 295
- Clínica General del Tinnitus del Sudeste, en Atlanta, 116
- Clinton, Bill, 63, 212
- Clinton, Hillary, 29, 31
- clonación, 63
- cocaína, 42-43, 152, 159, 162, 306, 308, 436
- Coccaro, Emil, 420
- Cognición como teatro de exploración, 426, 431, 434-435, 442, 443
- lenguaje y, 360-365
- véase también pensamiento cognitivos, actos, 189-192
- cola sin azúcar, refresco de, 98
- colesterol, 468
- colículo superior, 123
- colinérgicas, neuronas, 396
- Collins, James, 79
- color, ceguera al, 129, 132
- color, visión del, 131-135, 137
- complejidad, teoría de la, 453
- comportamiento criminal, 41-42
- comportamiento parental, 419-421
- condicionamiento contextual, 294-295
- conexiones sinápticas, debilitamiento de, 274
- «conexionistas», 28

- confabulación, 261
- confianza, 13
- congreso sobre el desarrollo infantil (1997), en la Casa Blanca, 29-31
- Congreso sobre la Conciencia de Tucson (1994), 185
- Congreso de Estados Unidos, 211
- conos, 77, 131-132
- conciencia, 174, 232-233
- desarrollo de la, 178-184
- sinfonía, analogía de la, 166-167
- véase también atención y conciencia
- contacto visual, 381
- convergencia, zonas de, 235-236
- «conversadores de guateque», 361-362
- Coors Brewing Company, 455
- Corballis, Michael, 326
- Cordo, Paul, 80
- corpus callosum, 176, 178, 346, 358
- corteza, 19, 95, 244, 353
- auditiva, 119, 121, 123, 124
- emociones y, 283, 294-295
- en proceso de aprendizaje, 33, 53, 54, 189, 199-203
- evolución de, 35
- frontal, 129, 138, 149, 154, 187, 189, 191, 217, 234, 252, 260, 286, 291, 293, 298, 300, 319, 367, 395
- insular, 100
- motriz, 126, 189, 192, 198-199, 201, 204, 207-209, 221, 289
- música y, 51, 81, 257-258
- occipital, 137-138, 187
- olfativa, 85, 86
- orbitofrontal, 100, 398
- oscilación de 40 ciclos en, 171, 173, 183
- papel de, 36
- parietal, 139, 187
- prefrontal, 139, 168, 189, 191, 225, 242, 249, 289, 298, 304, 319
- prefrontal izquierda anterior, 291
- premotriz, 198, 203
- seis capas básicas de la, 356
- sensorial, 199, 395
- somatosensorial, 112
- temporal, 138, 379, 410
- visual, 81, 129, 130, 132-133
- cortisol, 264, 460
- corto plazo, memoria a, 159, 225, 244, 329, 428, 435
- Cosmides, Leda, 385
- Courchesne, Eric, 150, 386-387
- CRIB,
 - proteína, 244-245
 - hormona, 218
- Crick, Francis, 178, 179
- críticos, puntos, 453
- Curación intemporal (Benson), 475
- Curtis, Martha, 237-239
- Cylert, 152, 165
- Damasio, Antonio, 235, 236, 263, 264, 288-290, 367-370, 393-404
- Damasio, Hanna, 235, 291, 367
- Darwin, sir Charles, 286, 382
- «darwinismo neuronal», 21, 45, 181
- Davidson, Richard, 288
- Dawson, Geraldine, 50
- Dbh, gen, 422
- D2R2, gen del receptor, 159, 160
- deficiencia específica del lenguaje (DEL), 361
- deficiencias del aprendizaje, 42, 320
- deficiencias del aprendizaje que se basa en el lenguaje, 125
- «del recuerdo» (indios sénecas), 252
- demencia, 60, 64, 210, 271
- dendritas, 20, 32, 38, 61
- Dennis, Maureen, 349
- Denver, Universidad de, 63, 212
- D8/17,
 - marcador genético, 194
- depresión, 42, 68, 105-106, 162, 288, 302-303, 314, 428, 455
- a largo plazo, 274
- estacional, 35
- influencia madre-hijo y, 51, 59
- olores y, 89, 91
- síntomas de, 302-303
- véase también antidepresivos
- desagrado, sabor y, 100
- desapego, 415
- desarrollo infantil, música y, 30-31
- desarrollo, trastornos del, 38
- Descartes, René, 201
- deseo, 307-308
- desinhibición, 165
- desnutrición, 43-44
- detección de novedades, 149, 151-152
- DeVries, Geert, 422
- Dexedrina, 152, 165
- diabetes, 48
- diagnos centrada en los afectos, 16

- Diener, Edward y Carol, 284
- Diferencias significativas en la experiencia cotidiana de los niños americanos (Hart y Ridley), 362
- Dilaudid, 152
- «dilema del prisionero», 384
- dipiridamol, 98
- dirección, sentido de, 140
- disgeusia, 98
- dislexia, 37, 53, 71, 356-360, 444
- audición y, 118-119, 121, 124
- lenguaje y, 340, 342, 346
- lentes Irlen y, 127-128
- procesamiento visual y, 134-137
- social, 404, 437
- teorías sobre, 356-357
- variaciones de, 356
- disociación, 266-271
- divorcio, 415-416, 418
- dolor, 100-101, 114-115, 403
- Donald, Merlin, 324
- Donne, John, 375
- dopamina, 41, 63, 151, 152, 158-160, 161, 164, 213, 308, 309, 314, 457
- efectos del bloqueo de la, 152-153, 164-165
- etiquetado límbico y, 157
- hambre y, 95
- memoria y, 274
- placer y, 305-306
- tareas contrapuestas de la, 158
- dopamina, enzima beta-hidroxilasa de la, 422
- Dow, Robert, 192
- Down, síndrome de, 228
- Draine, S. C., 275
- «droga del amor», 308
- drogas, consumo, 38, 40-43, 45, 159, 163, 298, 306, 413, 436
- véase también adicción Dronkers, Nina, 343
- East Boston, Massachusetts, estudio -gerontológico en, 61
- ectopias, 119, 357, 359
- edad, 457
- pérdida de memoria y, 271-275
- Edelman, Gerald, 21, 45, 179, 180, 182-184
- Eden, Guinevere E, 134, 135
- Edison, Thomas, 136
- efecto mariposa, 453
- efecto Mozart, 53, 60
- Einstein, Albert, 52, 136, 258
- ejercicio, 50, 225, 279, 280, 454-457
- electroconvulsiva, terapia (TEC), 304
- electroencefalogramas, estudios con, 80, 251, 339, 409
- embarazo, 98, 357, 417, 463-464
- efectos medioambientales en el cerebro durante el, 40-45
- «emoción», etimología latina de la palabra, 189, 285
- emocional, estado, 425-426
- inteligencia, 315-316
- prosodia, 345, 407
- emociones, 85, 95, 100, 156, 173, 188, 279-316, 323, 367, 382
- atención y conciencia y, 157
- cerebro, localizaciones en el, 288-291, 347
- cerebro social y, 394-397
- expresión de las, 220-221
- las cuatro básicas, 284, 291-310
- lenguaje, movimiento y, 340-345
- motivación y, 310-315
- movimiento y, 216-219, 285-288
- olfato y, 85, 87, 89
- punto fijo para las, 284-285
- y cerebro frente al cuerpo, 280-285
- emparejamiento, modelos de, 415-416, 418-421
- empatía, 374, 391
- EMT, véase estimulación magnética transcraneal
- En busca de la memoria (Schacter), 268
- endorfinas, 89, 96, 151, 164, 305, 306, 308, 414, 456
- enfermedad cardíaca, 47-48
- enfermedad de Huntington (HD), 64, 213, 223, 251
- enfermedad de Parkinson, 62-64, 206, 212, 213, 223, 227, 251, 314, 458, 473
- enfermedades del cerebro, 60-61
- engramas, 396
- envejecimiento, cerebro y, 56, 60-61
- epilepsia, 37, 91, 176, 205, 309
- epinefrina, 279, 460
- episodios, memoria de, 252-254, 267
- epitelio y receptores olfativos, 86, 87
- equidna, 242

- «erizo sónico», 66, 214
 error de Descartes, El (Damasio), 235
 esclerosis amiotrófica lateral, 50
 escritura, 352-356
 Escuela de las Hermanas de Notre Dame, 60-61
 Escuela de Medicina de Harvard, 65, 133, 213
 especificidad de la atención, 133, 139
 «espejo, neuronas», 336
 esperma, duración del, 45
 espina bífida, 43
 espiritualidad, 475-477
 esquizofrenia, 37, 68, 89, 428
 estimulación magnética transcraneal (EMT), 33, 304, 473
 estradiol, 416, 418
 estrés, 22, 59-60, 73, 152, 284, 462
 hormonas del, 218, 264, 291, 459
 postraumático (TEPT), 89, 265, 269, 292
 estrés traumático, El (Van der Kolk), 262
 eugenesia, 46
 Evans, Denis, 61
 excitación, 149
 «exhibición afectiva», 395
 facial, agnosia (prosopagnosia), 400
 facial, memoria, 248
 faciales, expresiones, 286, 347, 379, 398
 factores tróficos, 38
 fallo cardíaco, 98
 Falwell, Jerry, 476
 Fantasmas en el cerebro (Ramachandran y Blakeslee), 400
 fármacos antiinflamatorios no esteroides, 465
 farmacoterapia, 428, 447
 Federico II, emperador del Sacro Imperio Romano, 102
 felicidad, 288
 feniletilamina (PEA), 308, 414
 feromonas, 86, 88, 140, 417, 418
 Ferris, C. F., 420
 fibras musculares sensibles al estiramiento, 279
 fiebre reumática, 193
 Field, Tiffany, 102, 460
 Fisher, Helen, 307-308
 Flach, Frederic, 67
 flash, memoria de, 241
 fluvoxamina, 44
 fonemas, 121-123, 318, 324, 335, 342, 346, 350, 351
 fotorreceptores, 77, 132
 fóvea, 77
 Freed, Curt, 63, 212
 Freeman, Walter, 87
 frenología, 233
 Freud, Sigmund, 14, 262
 Freyd, Jennifer, 270
 Frith, Uta, 380
 frontal, corteza, véase corteza frontal
 izquierda, papel de la región, 51
 Fuller, Buckminster, 75
 fumar, 38, 40-41, 45, 159, 164
 -véase también nicotina función cerebral, como teatro de exploración, 427, 432, 435-437, 446
 -funciones motrices, 59, 188, 394
 -véase también movimiento
 Síndrome del Recuerdo Falso, 270
 «Funes el memorioso» (Borges), 246
 Gage, Phineas, 290-291, 367, 369, 371, 393, 409
 Gage, Fred, 214
 Galaburda, Al, 133, 359, 367
 Gall, Franz Josef, 233
 ganglios basales, 150, 153, 183, 199, 200, 203, 204, 206, 221, 223, 227, 251, 306, 312
 gases anestésicos, 44
 Gazzaniga, Michael, 31, 364
 GDNF (factor de crecimiento), 214
 Gehrig, Lou, 50
 gemelos, 49, 411
 «gen de la ansiedad», 296
 «gen egoísta», 328
 generatividad, 326
 genes: atención y conciencia y, 158-161
 influencia en el desarrollo de los, 46-50
 Genie («niña encerrada»), 58, 351
 George, Mark, 303
 Georgia, estado de, 30
 «gimnasio cerebral para el hogar», 474
 ginkgo biloba, 466
 giro cingulado anterior, 100, 155, 156, 191, 193, 217, 286, 287, 312, 395, 398
 libre albedrío y, 402-404
 glándula pituitaria, 218, 416
 globus pallidus, 223
 glucagón, 102

- glucosa, 50, 467
 Goleman-Rakic, Patricia, 236
 Goleman, Daniel, 316
 Good Morning América, programa de la ABC, 31
 Goodwyn, Susan, 227
 Grabowski, Thomas, 291, 367
 «gramática universal», 329
 Grandin, Temple, 29, 32
 -autismo de, 25-28, 108, 109, 119, 377,381
 -máquina humana de apretar construida por, 26
 -puerta del supermercado, entrenamiento ante la, 25, 27, 33, 377
 Gray, Gregory, 465
 Gray, Jeffrey, 215
 Graziano, Michael, 146-147
 Greenwald, A. G., 275
 grupos neuronales, 182
 gusto, 91-101
 -adaptación y, 96-98
 -categorías del, 85, 92-93
 -deficiencias y trastornos en el, 98100
 -especies y, 96, 98
 -número de receptores para el, 91
 -proceso del, 90, 92, 95
 -olfato y, 84, 86, 93
 -temperatura y, 94
 -umbrales absoluto y de reconocimiento del, 98
 Guthrie, Woody, 64
 hablarse a uno mismo, 319-323
 Haldol, droga antipsicótica, 152 .
 haloperidol, 305
 Hamilton, William, 384
 Hart, Betty, 362
 hathayoga, 458
 Haxby, James, 248
 Head Start, 46
 Hebb, Donald, 272-273
 hemisferio derecho, 176, 197, 257, 361, 398, 399, 476
 -audición y, 125
 -conflictos entre el hemisferio izquierdo y el, 177-178, 261
 -emociones y, 288, 347
 -indicaciones no verbales y, 404406
 -lenguaje y, 334, 345-349, 407408
 -música y, 126, 334
 -véase también síndrome de la deficiencia del (SDHD)
 hemisferio izquierdo, 197, 221, 257, 302, 399,400, 476
 -conflictos entre el hemisferio derecho y el, 177-178, 261
 -emociones y, 288-289
 -lenguaje y, 125-126,176, 288-289, 345-349, 361, 407
 -música y, 126, 258
 -risa y, 309
 hendidura sináptica, 38
 heroína, 152
 hidratos de carbono, 468
 hidrocefalia, 361
 hierro, 43
 Hildegard, Ernest, 266
 hiperactividad, 42, 165
 hipocampo, 91, 103, 149, 183, 263, 264, 286, 312, 399, 410-412
 -memoria y, 233, 236, 241, 244, 247, 254, 295
 hipotálamo, 89, 115, 216, 218, 282, 287, 395, 398, 418
 hambre, regulada por, 95
 -placer y, 305
 «hipótesis de la automedicación», 163
 hipotiroidismo, 98
 Hobson, Allan, 241
 homeostasis, 75
 homúnculo motor, 205, 206
 hormona de la alarma, 280
 hormonas, 75, 98,102, 218, 264, 280, 291, 308, 394, 414, 416, 418
 huérfanos, 103
 Huttenlocher, Janellen, 58
 identidad, 425
 -como teatro de exploración, 427, 431, 437-438, 443
 «imágenes persistentes», 97
 imágenes por resonancia magnética (IRM), 33, 51, 125, 134, 195, 235, 238, 242, 336, 342, 361
 imipramina, 302
 inconciencia, 176, 178
 indicaciones no-verbales, 404-406
 indiferencia sensorial, 403
 infecciones, 38
 influencias medioambientales, en el cerebro, 40-45, 413

- alcohol, 41-42
- cocaína, 42-43
- desnutrición, 43-44
- fumar, 40-41
- toxinas, 44-45
- influencias modales cruzadas, 53
- inhibición competitiva, 115
- inhibidores selectivos de la recaptación de la serotonina, 300, 413
- Insel, Thomas, 416
- Instituto de Investigaciones del Tacto, 101
- Instituto Nacional de la Salud Mental, de Estados Unidos, 134, 194, 283, 416, 473
- Instituto Salk de Estudios Biológicos, 348
- ínsula, 285, 343
- anterior, 100
- insular, corteza, 100
- insulina, 102
- inteligencia artificial, 180
- Inteligencia emocional (Goleman), 316
- intralaminares, núcleos, 173
- inundación, técnica de la, 296
- ira, 287, 297-300
- como emoción básica, 284, 291, 297
- control de, 297
- rutas y expresiones de, 298-299
- Irlen, lentes, 127, 128
- IRM (toma de imágenes por resonancia magnética), 33, 51, 125, 134, 195, 235, 238, 242, 336, 342, 361
- Isabelle («niña recluida»), 58
- James, William, 77, 175, 281
- James-Lange, teoría de, 281
- Janet, Pierre, 262, 265
- Jenkins, William, 215
- «jerarquía de necesidades», 311
- Johnson, Tony, 65
- juego, 159, 290, 370-371
- Kalil, Ronald, 470
- Kandel, Eric, 239
- Kanner, Leo, 410
- Kant, Immanuel, 319
- Kaplan, Melvin, 68-72
- Karni, Avi, 33, 237, 241
- Khantizan, Edward, 163
- Kihlstrom, John, 265, 266
- Kimura, Doreen, 342
- Kirkpatrick, Robert, 425
- Kirschvink, Joseph, 140
- Kluver, Heinrich, 283
- KluverBucy, síndrome, 156-157
- Kodaly, método, 344
- Kohn, Bruno, 349
- Kuhl, Patricia, 56
- Landis, Theodor, 99
- Langton, Chris, 14
- L-dopa, 64, 314
- lectura, 344, 352-356
- LeDoux, Joseph, 283
- Leiner, Henrietta y Alan, 192, 199
- lenguaje, 123, 175, 188, 289, 317-365, 381, 431
- americano de signos, 125-126
- cerebro social y, 407-408
- cognición y, 360-365
- corporal, 286
- cuestión de la naturaleza-crianza, y, 329-336
- desarrollo del, 323-329
- dislexia y, 356-360
- hablarse a uno mismo y, 319-323
- importancia del, 318-319, 327-328
- lectura y escritura, 352-356
- movimiento, emoción y, 340-345
- pensamiento, acción y, 317-318
- plasticidad y, 51-60, 349-352
- por signos, 125-126, 320, 330, 335-336, 341, 348, 352
- procesamiento cerebral del, 125, 318-319, 336-340, 337, 345-349
- véase también fonemas lenguaje entero,
- técnicas de lectura, 355-356
- lenguaje japonés, formas escritas de, 354
- Lewis, Alan, 62
- Lewis, Jim, 49
- libre albedrío, 21, 29, 402-404
- Life, revista, 29, 60
- Lindvall, Olle, 63, 212
- «lista para responder al ambiente», el cerebro considerado como una máquina, 28
- «listos para que se acceda a ellos», concepción del cerebro como módulos, 28
- litio, 280, 428
- Livingstone, Margaret, 133, 135, 359
- Llinás, Rodolfo, 145, 171-172
- lóbulo temporal derecho, 238-239

- lóbulos frontales, 153-156, 162, 167168,
 220,232, 258, 291, 293, 309, 343, 368
 -área medioventral de los, 367
 -área motriz suplementaria de los, 341-
 342
 -función e importancia de los, 391392
 -toma de decisiones y, 392-393
 lóbulos occipitales, 204, 242
 lóbulos parietales, 109, 109,336, 398,
 404, 412
 Loftus, Elizabeth, 230-231, 266, 269
 lordosis, 418
 Lorenz, Edward, 453
 Luders, Hans, 238
 Lund, Universidad de, 63, 212
 Lynch, Gary, 466
 macacos, 399
 MaeLean, Paul, 19, 283
 madres, 379-380, 382
 -niños afectados por la depresión de las,
 51, 59
 magno, déficit del, 136-137
 magnocelulares, neuronas, 119, 123,
 134-135,359
 mal de Alzheimer, 47, 55, 60-62, 232,
 259, 271-272, 461, 462, 465
 malos tratos infantiles, 232, 265-269, 350
 mamíferos, cerebros de los, 34-35
 Managua, estudio de niños sordos en,
 352
 Mandal, M. K., 289
 Mankato, monjas de, en Minnesota, 60-
 61,461-462
 mapas:
 -cerebro compuesto de, 13-14
 -comunicación entre, 183
 -máquinas de biorretroalimentación, 15
 Marcel, Antony, 210
 marihuana, 41, 159, 163, 436
 Mark, Victor, 176-178
 masaje, 102, 459-460
 Maslow, Abraham, 311
 «masoquismo benigno», 96
 Massaquoi, Steve, 180
 Mateer, Catherine, 342
 materialismo reductivo, 184-185
 Mayberry, Rachel, 330
 Mayburg, Helen, 303
 Mayer, John, 316
 McDonnell, Fundación, 31
 McGuire, P K., 319
 medicaciones, 43-44
 medioventral, corteza, 392-393, 398
 -núcleo, 95
 meditación, 477
 médula espinal, 35, 36, 112, 210, 217,
 418
 medulla, 95, 109, 111, 122, 418
 melatonina, 15
 memoria, 85,95,149,155,162,178-179,
 188,229-277,295,312,394,431
 -a corto plazo, 158, 225, 243-245, 329,
 428, 435
 -a largo plazo, 158, 168, 243-245, 329
 -ancianos de la tribu y, 252
 -atención y conciencia y, 167-171
 -controversia de la amnesia traumática y,
 265-271
 -de episodios frente a la semántica,
 252,268
 -de futuro, 224-228, 246, 248
 -de trabajo, 158,167-169,178-179, 245-
 248, 260, 391
 -del lenguaje, 254, 260-262, 329
 -dopamina y, 158
 -explícita 250-252
 -explícita frente a la implícita, 250252,275
 -falsa, 229-232, 266, 269-271
 -implícita, 250-252
 -lenguaje, 254, 260-262, 329
 mensajes subliminales y, 276
 motriz, 254, 256-258
 movimiento y, 221-224
 -olfato y, 84, 87, 91, 110
 -potenciación a largo plazo y, 239243
 -procesos de, 232-239
 -sensorial, 254-256
 -subjetiva, 248-250
 -trauma y, 262-264
 -vejez y, 271-275
 -visoespacial, 254, 258-260
 meningioma, 368
 mensajes subliminales, 276
 «mentalés», 360
 Merzenich, Michael, 32-33, 54, 112, 199,
 215, 240, 358, 471
 mesencéfalo, 35, 123
 mesolímbica, ruta, 151
 «metadatos», programas de, 327
 método fónico, 355

- miedo, 89, 283-284, 291-296
- como emoción básica, 283-284
- condicionamiento contextual y, 295
- rutas neuronales del, 293
- mielina, 37
- Miller, Zell, 30
- Milner, Peter, 305
- mito de los recuerdos reprimidos, El (Loftus), 231
- Mohs, R. C., 275
- mojar la cama, 15, 47
- monogamia, 415, 418-420
- monos, estudios sobre, 32-34, 54, 112, 146, 152, 199, 215, 240, 326, 395, 399, 402
- monos ardilla, 32-33
- morfina, 152, 307, 414
- Morley, John, 466
- motivación, emociones y, 310-315
- motriz, corteza, 126, 189, 192, 198-199, 201, 204, 207-209, 221, 289
- motriz, memoria, 254, 256-258
- motriz, sistema, 159, 288
- motriz suplementaria, corteza, 309
- movimiento, 187-228, 306
- actos cognoscitivos y, 187-192
- atención, emoción y, 216-219
- cartografía cerebral y, 204-209, 206
- expresión de emociones y, 220-221, 285-288
- funciones «mentales» puras y, 193-197
- lenguaje, emoción y, 340-345
- organización jerárquica y, 203
- planificación, motivación y, 209-210
- proceso de, 197-203, 202
- salud mental y, 457-461
- trastornos y reparación, 210-216
- y aprendizaje y memoria del futuro, 224-228
- y memoria, pensamiento y aprendizaje, 221-224
- muerte súbita infantil, síndrome de la, 41
- mujeres:
 - lenguaje y cociente de inteligencia verbal de las, 346
 - recuerdos de abusos sexuales de, 269
 - sentido superior del olfato de las, 91
 - sincronía menstrual y, 88, 417
 - violación y, 293
- véase también embarazo Murphy, Dermis, 296
- música:
 - desarrollo de la corteza y, 51, 82, 257-258
 - desarrollo del niño y la, 30-31
 - «efecto Mozart» y, 53, 60
 - memoria y, 238-239
 - procesamiento cerebral de la, 126, 334
- mutismo acinético; 403
- nacimientos prematuros, 40-41
- Nagler, Stefan, 116
- narcóticos, 153
- naturaleza-crianza, cuestión de la, 4650
- lenguaje y, 329-336 NBC, 117
- neomamífero, cerebro, 19
- nervio óptico, 132
- nervio vago, 102
- nervios trigéminos, 96
- neurocientíficos, papel de elite de los, 18
- neurogénesis, 93
- neurolépticos, 428
- neuronas, 13, 31-34, 35, 74, 87
 - aprendizaje y, 33, 50-56
 - colinérgicas, 396
 - conexiones entre, 20, 31-33, 36, 38-40, 50, 51, 61
 - de Purkinje, 388
 - disparo continuo aleatorio de, 7879, 82, 145, 171
 - dopamina y, 158
 - efectos medioambientales sobre el desarrollo del feto y, 40-45
 - «espejo», 336
 - magnocelulares, 119, 123, 134-135, 359
 - migración de, 36-39, 41
 - número de, 20, 31, 39
 - parvocelulares, 123, 134
 - purga de, 34, 35, 40, 45, 109
- «neuronas que se disparan juntas se conectan juntas», principio, 46, 75
- neuropéptidos, 89
- neuroplasticidad, 211
- Neurospheres, 65, 214
- neurotransmisores, 35, 38, 75, 82, 151, 164, 300, 305, 308, 394, 456, 468
 - atención y conciencia, y, 157
 - edad y, 272
 - función de, 20
 - número de, 20

- New York Times, 27, 316
 Newsweek, 29
 Nicaragua, 352
 nicotina, 38, 40, 153, 159, 162, 308, 413, 436
 -véase también fumar Nimoy, Leonard, 117
 niños, 425
 -beneficios de la actividad motriz para, 228
 -con amnesia, 254
 -desarrollo del cerebro social y, 378-381
 -EOC y, 194-196
 -exposición al lenguaje y, 333-334, 349-350, 363
 -formación cognitiva cruzada y, 463
 -glucosa nutriente de la sangre y, 50
 -hablarse a uno mismo y, 319-323
 -incapacitados para aprender, 42, 320
 -individualización y, 380-381
 -lazos entre la madre y, 379-380
 -problemas de la atención y, 150
 -tacto y, 101-103
 -temperamento innato de, 289
 -y adquisición de la facultad del lenguaje, 56-59, 330
 -véase también autismo; dislexia niños encerrados, 58, 351-352
 niños prodigios, 48-49
 nociceptor, 114
 nombres, 353
 norepinefrina, 158, 308, 422, 456
 núcleo dentado, 192
 núcleos caudados, 153-155, 403
 núcleos superiores olivares, 123
 nucleus accumbens, 151, 153, 286, 306
 nucleus solitarius o núcleo medioventral del tálamo, 95
 nutrientes, nutrición, 38, 43, 131
 -salud mental y, 467-470
 -«o lo usas o lo pierdes», principio, 38, 46, 66, 74, 80, 81, 462
 Olds, James, 305
 olfativa, corteza, 85-86
 olfato, 84-91, 418
 -emociones y, 85-86, 88, 89
 -entrenamiento y, 84, 86
 -funciones cerebrales y, 89-91
 -gusto y, 84-86, 93
 -memoria y, 84, 87, 91, 110
 proceso de, 87, 89
 ontogenia, 66, 214
 opiáceos, 115
 optometría del desarrollo, 68-69
 orbitofrontal, corteza, 100, 192, 398
 ordenadores, 471
 -cerebro comparado con los, 13, 28, 168, 179-180, 243
 organización ejecutiva, 149, 152-153
 orientación motriz, 150
 On9enes de la mente moderna (Donald), 324
 Ornstein, Robert, 272
 osículos, 119
 oxitocina, 308, 412, 415-417, 419, 421
 pabellón auricular, 123
 palidotomía, 223
 Palmiter, Richard, 421
 PANDAS, 195, 196
 Papez, James, 283
 papillae, 92
 parietal, corteza, 139, 187
 parietales frontales, circuitos de la atención, 150
 paroxatina, 44
 pars triangularis, 361
 parvocelulares, neuronas, 123, 134
 pasado de la mente, El (Gazzaniga), 364
 Pascual-Leone, Álvaro, 33
 pasión, salud mental y, 478
 patelar, tendón, 198
 peces, evolución del cerebro en los, 34
 Penfield, Wilder, 205
 pensamiento:
 -el cerebro, afectado por modelos del, 52
 -movimiento, memoria, y aprendizaje en el, 221-224
 -no-lineal, 13
 -véase también cognición «pensamiento para sí», 328
 Pensar en imágenes (Grandin), 108
 percepción, 67-141
 autismo y, 103-111
 -cerebro afectado por, 73-81
 -como teatro de exploración, 425-427, 431, 434, 439-442
 -gusto y, 91-101
 -integración sensorial y, 108
 -olfato y, 84-91

- plasticidad, miembros fantasmas, dolor y, 111-115
 problemas de Rickie con la, 67-73
 psicología individual y, 73, 75, 107-108
 -sexto y séptimo sentidos en, 140-141
 -sonido y, 116-127 tacto y, 101-103
 -visión y, 127-140
 -y cambio y adaptación, 96-97
 -y señal y ruido, 78-79, 81-83, 104, 110
 -percepción del margen, 175-178
 Percodan, 152
 Perl, Edward, 101
 pesticidas, 44
 Petersen, Steven, 150
 picantes, alimentos, 96-98
 piel, como órgano sensorial, 111, 112
 pimozide, 305
 Pinker, Steven, 360
 placer, 85, 87, 306, 308-309
 planum temporal, 361
 Platel, Henri, 126
 plomo, 44
 poligamia, 415, 418-420
 Pons, Timothy, 112
 Posner, Michael, 150
 potenciación a largo plazo (PLP), 239-244, 274
 prefrontal, corteza, 139, 168, 189, 191, 225, 242, 249, 289, 298, 304, 319
 prefrontal medioventral, corteza, 291
 premotriz, corteza, 198, 203
 preocupación, 284, 289, 296
 Pribram, Karl, 198
 procesador analógico, cerebro visto como, 13
 procesamiento en paralelo, 245
 procesamiento social y, 374, 394-397
 progesterona, 416, 418
 Programa de Aprendizaje Terapéutico, 472
 prominencia, 131
 propranolol, 219
 prosencéfalo, 35
 -basal, 286
 prosopagnosia (agnosia facial), 339-400
 Provine, Robert, 309
 Proyecto Genoma, 47
 Prozac, 15, 52, 280, 300, 413, 427, 447, 456
 psicoanálisis, 14, 303, 429-430, 438, 448
 «puente demasiado lejano, E1» (Breuer), 364
 punto ciego, 78
 punto fijo, 284-285
 Purkinje, neuronas de, 388 qualia, 185
 radiación ionizante, 44
 Raine, Adriane, 409-410
 Ramachandran, Vilayanur, 112, 113, 261, 400
 ratas, estudios con, 35, 59-60, 62, 95, 306-307, 456
 ratones, 62
 -de montaña, 419, 420, 421
 -de pradera, 418, 419
 rayos X, 44
 razonamiento espacial, tests, 53, 60
 reacción de luchar o huir, 89, 115, 148, 204-205, 216, 287, 288, 291
 realidad virtual, tratamiento con, 295
 reconocimiento facial, 397-402, 404
 recuerdos falsos, 229-232, 249, 266, 269-271
 recuerdos recuperados, 270
 «red neuronal», 180
 Reeve, Christopher, 210, 285
 reflejo de enraizamiento, 102
 Regard, Marianne, 99
 Reier, Paul, 215
 relajación, técnicas de, 279, 280, 475-477
 «relleno», fenómenos de, 112
 REM, sueño, 172, 237, 242, 244
 represión, 267-271
 resonancia estocástica, 80, 110
 retina, 131
 «retiradas visuales», 387
 retraso mental, 41, 361
 revolución psicofarmacológica, 280, 447
 Reynolds, Brent, 65, 214
 rhesus, monos, 395 Rickie (Flach), 67-73
 risa, 309-310
 Ritalin, 152, 165, 314
 Rodier, Patricia, 412
 rodopsina, 131
 Rosen, Glen, 358
 Rozin, Paul, 96
 rubéola, 38
 ruido: de fondo, 78, 79, 116
 - interno, 78, 81-83, 110, 171
 Rumanía, huérfanos en, 103
 Rumbaugh, Duane, 326

- ruta geniculoespiada, 133, 134
 Sadat, Anuar al-, 27
 Safran, Jenny, 331
 Sagi, Dov, 237, 241
 sal, 93
 Salové, Peter, 316
 salud mental, 425-478
 -ejercicio físico y, 454-457
 -ejercicio mental y, 461-467
 -enfoque basado en la experiencia de la, 16-17, 425-449
 -espiritualidad, meditación y, 475-477
 -movimiento y, 457-461
 -nutrición y, 467-470
 -pasión y, 477-478
 -psicodinámico frente a biológico, enfoque de la, 15
 -puntos críticos y, 453
 -razones para una nueva perspectiva de la, 427-429
 -responsabilidad personal y, 451-452
 -tecnología y, 471-474
 Sapolsky, Robert, 292
 Saussure, Ferdinand de, 324
 SavageRumbaugh, Sue, 326
 Schacter, Daniel, 249-250, 254, 265-269, 271
 Schacter, Stanley, 282
 Schacter-Singer, teoría, 282
 Schwartz, Jeffrey, 52
 Schwartz, Mark, 460
 Scoville, unidades de, 96
 secuenciación, 223
 semántica, memoria, 252-254, 267
 sensorial, corteza, 199, 395
 sensorial, integración, 108
 sensorial, memoria, 254-256
 sensoriales, lóbulos, 220
 señal y ruido, 78-79, 81-83, 110, 116-117
 señales de reentrada, 182
 septum, 305
 serotonina, 59, 151, 158, 164, 296, 308, 393, 397, 420-421, 427, 456, 468
 sertralina, 44
 sexo, 87, 89, 293, 417-418, 460
 sentido del, 140-141
 sexual, abuso, 269
 Shatner, William, 117
 Shaywitz, Sally, 342
 Shepard-Kegl, Judy, 352
 Shereshevski, S. V., 246, 255
 Sieburg, Hans, 295
 Signal Pharmaceuticals, 62
 sinapsis, 39, 56, 81, 182, 244
 -función de las, 20
 síndrome alcohólico fetal, efectos fetales del alcohol, 42
 síndrome de «dependencia medioambiental», 155
 síndrome de la deficiencia de la recompensa, 159, 162, 164, 306
 síndrome de la deficiencia del hemisferio derecho (SDHD), 405
 «síndrome del gourmand», 99
 síndrome del miembro fantasma, 80, 113-114
 Síndrome del Recuerdo Falso, Fundación, 270
 síndromes encubiertos, 371
 sinestesia, 255
 Singer, Jerome, 282
 sintaxis, 335, 352, 407
 sistema de recompensa, 87, 149, 151, 158, 162, 240-241
 sistema endocrino, 288, 395
 sistema inmunitario, 60, 87
 sistema límbico, 19, 85, 89, 95, 100, 148, 151, 154, 156, 312, 393, 398, 402, 415
 -autismo y, 103
 -centros del placer localizados en, 87
 -composición de, 285
 -emociones y, 280, 283, 289, 294, 303, 367
 -evolución de, 86
 -y detección de recompensas y gratificación, 149
 sistema nervioso autónomo, 217, 287-288, 291, 394
 sistema nervioso parasimpático, 217
 sistema nervioso simpático, 217, 218
 sistema olfativo, véase olfato
 Smith, Katy, 468
 Snowden, David, 60-61
 Snyder, Evan, 62
 «Sobre mis observaciones de cómo yo mismo me comporto como un viejo» (Hebb), 273
 sobresalto, reacción de, 292
 social, cerebro, 36, 39, 367-423, 398
 autismo y, 387, 411

- bioquímica del amor y la intimidad en el, 413-418
- carencia de objetivos y, 369-373
- cerebelo como coordinador del, 385-390
- desarrollo del, 379-381
- emociones, la amígdala y el, 394-397
- éxito social y, 422-423
- ideas recientes sobre, 373-375
- indicaciones no-verbales y, 404-406
- introspección y comportamiento social en, 390-391
- lenguaje y, 407-408
- libre albedrío, 402-403
- patrones de apareamiento y, 415-416, 418-421
- reconocimiento facial y, 397-402
- sentimientos, lóbulos frontales y, 392-393
- trastorno de la personalidad antisocial y, 408-410
- y esperanzas para el socialmente torpe, 375-379
- y evolución del comportamiento social, 382-385
- somatosensorial, corteza, 112-113, 338
- somatosensorial, sistema, 90, 394
- sonido, 116-127, 120
- hipersensibilidad a, 106-107, 109
- ruido de fondo y, 78, 79, 116
- sordera, véase lenguaje de signos
- Spiegel, David, 266
- Springer, Jim, 49
- Squire, Larry, 251
- Star Trek, 117
- Stern, Dan, 59
- striatum, 63, 212, 213, 306
- Sturge Weber, síndrome de, 349
- substantia nigra, 63, 161, 212, 227
- sueños (REM),
- fase de los, 172, 237, 242, 244
- «supervivencia del más adaptado», 382
- Sutton, Jeffrey, 425
- Swedo, Susan, 194
- Sydenham, corea de, 194
- Silvio, cisura de, 336, 340, 357
- táctil, percepción, véase tacto táctiles, receptores, 111
- tacto, 79, 101-103, 139
- autismo y, 26, 103-104, 106, 109
- cultura y, 103
- importancia del, 101-103
- niños pequeños y, 101-103
- proceso del, 111
- tres niveles sensoriales del, 111
- tai chi, 458
- Taiwán, 341
- tálamo, 80, 85, 90, 95, 108, 112, 113, 129, 130, 133, 134, 137, 220, 312, 357, 395
- audición y, 119, 120, 123
- emociones y, 281-282, 291, 293
- medio, 286
- talidomida, 412
- Tallal, Paula, 125, 358, 471
- Tamagotchi, 472
- TDA, véase trastorno del déficit de atención
- teatros del cerebro, 425-449
- descripción de los, 426, 431-438
- interdependencia de los, 439-445
- TEC (terapia electroconvulsiva), 304
- tecnología, salud mental y, 471-474
- tectopulvinar, ruta, 133
- temblor esencial, 473
- temporal, corteza, 138, 379, 410
- temporales, lóbulos, 153, 204, 238, 336, 343, 400, 412
- teoría de la especificidad del gusto, 92
- teoría de los patrones fibrilares del gusto, 92
- TEP, escáneres, 80, 207, 233, 241, 248, 251, 288, 303, 319, 336, 348
- TEPT (estrés postraumático), 89, 265, 269, 292
- terapia hablada, 303-304, 447
- terminología neurocientífica, 18, 22
- Terr, Lenore, 267
- testosterona, 300, 416
- THDA, véase trastorno de la hiperactividad con déficit de atención
- The Sharper Image, revista, 474
- Thomas, Steven, 421
- Thompson, Richard, 272
- «tiempo muerto» para desactivar la ira, 323
- Time, 29
- tinnitus, 116-117
- tipo A, personalidades, 298
- Tit for Tat, programa de ordenador, 384

- Tobias, B. A., 265
 Today, programa de la NBC, 117
 Tooby, John, 385
 thorazine, 152, 280
 Tourette, síndrome de, 48, 164, 193, 194, 403
 toxinas, 38, 44-45
 trabajo, memoria de, 158, 167-169, 178-179, 245-248, 260, 391

 trasplantes fetales, 64, 212
 trastorno de hiperactividad con déficit de atención (THDA), 89, 152, 154, 155, 159-166, 248, 298, 320, 391, 413, 428
 -causas de, 162
 -como síndrome de deficiencia de la recompensa, 164
 -medicación para, 165
 trastorno de la personalidad antisocial (TPA), 391, 408-409
 trastorno de pánico, 89, 279, 280, 292, 295
 trastorno del aprendizaje no-verbal, 405
 trastorno del déficit de atención (TDA), 41, 162, 306, 406, 443-444, 460
 trastorno obsesivo compulsivo (TOC), 52, 100, 153, 193-196, 403, 428, 473
 tratamiento de choque, 68, 304
 trauma, memoria y, 262-264
 traumática, amnesia, 265-271
 Trehaub, Sandra, 30
 triptófano, 468
 tristeza, 288, 300-305
 -actividad cerebral y, 300
 -como emoción básica, 284, 291, 300
 tronco cerebral, 149, 200, 220, 293, 413
 Tulving, Endel, 233, 254, 431
 tumores cerebrales, 98
 Turin, Luca, 87
 Tuszynski, Mark, 214
 úlceras, 98
 Ulrich, Dale y Beverly, 227
 umami, 92
 umbral absoluto, el gusto y el, 97-98
 umbral de reconocimiento, el gusto y, 97-98
 Universidad Brandeis, 124
 -de Miami, 101
 -de Minnesota, 342
 -de Toronto, 44
 -de Wisconsin, 64
 -de Yale, 307
 -Johns Hopkins, 64, 225, 226, 288, 333, 469
 -Prenatal, en California, 463-464
 Valium, 280
 Van de Carr, René, 463
 Van der Kolk, Bessel, 262, 265
 Vargha-Khadem, Faraneh, 254
 vasopresina, 415, 416, 419-421
 «ventanas de oportunidad» del desarrollo cerebral, 57
 ventral tegmentaria, área, 161
 vervet, monos, 393
 Vicary, James, 276
 violación, TEPT y, 293
 visión, 127-140, 130, 204, 439-442
 escuchar y, 124-125
 facultad cerebral de aprender, 51-52, -58, -76
 periférica, 77
 problemas de Rickie con la, 67-73
 sobrecarga y, 75, 109
 -véase también dislexia visoespacial, memoria, 254, 258-260
 vista ciega, 132, 175
 visual, corteza, 81, 129, 130, 132-133
 vitaminas, 43, 132, 465, 469
 vomeronasal, órgano (OVN), 140-141
 Wada, test de, 346
 Waterhouse, Lynn, 412
 Weiss, Sam, 65, 214
 Wellbutrin, 165
 Werner, Emmy, 462
 Wernicke, área de, 126, 260, 336, 337, 345, 361
 Williams, síndrome de, 361
 Williams, Donna, 108
 Williams, Linda Meyer, 267
 Wisconsin, test de ordenación de tarjetas de, 368
 Wright, Robert, 383
 Young, Andrew, 283
 Yurgelun-Todd, Deborah, 294
 Zachman, Marcella, 60