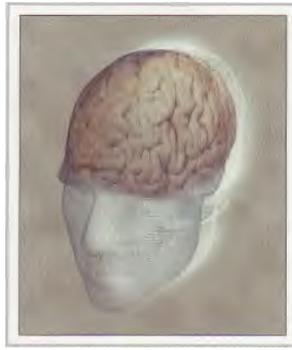


UEVO MAPA DEL  
**CEREBRO**



**RITA CARTER**

(Asesoría científica: profesor Christopher Frith)

**integral**

## **El nuevo mapa del cerebro**

Título original: *Mapping the Mind*

Autora: Rita Carter

Traducción: Francisco González-Aguilar y Pedro Rubiés Guardiola

Diseño de cubierta: Weidenfeld & Nicolson

Adaptación de cubierta: Lapage

Diseño e ilustración: MoonRunner Desing Ltd.

Maquetación: Maria Torres

© del texto: 1998. Rita Carter

© del diseño y maquetación: 1998, Weidenfeld & Nicolson

© de la versión inglesa: 1998, The Orion Publishing Group Ltd.

© de la versión española: 1998, RBA Ediciones de Librerías, S.A.

Pérez Galdós, 36 / 08012 Barcelona

Reservados todos los derechos.  
Ninguna parte de esta publicación  
puede ser reproducida, almacenada  
o transmitida por ningún medio  
sin permiso del editor.

Ref. : GO-11/ISBN: 84-7901-406-7

Impreso y encuadernado en Italia

# CONTENIDOS

Introducción	6
Agradecimientos	9
<b>Capítulo I ~ EL PANORAMA EMERGENTE</b>	10
<b>Capítulo II ~ LA GRAN DIVISIÓN</b>	34
<b>Capítulo III ~ BAJO LA SUPERFICIE</b>	54
<b>Capítulo IV ~ CLIMA INESTABLE</b>	80
<b>Capítulo V ~ EL MUNDO DE UNO MISMO</b>	106
<b>Capítulo VI ~ EL CRUCE DEL ABISMO</b>	136
<b>Capítulo VII ~ LOS ESTADOS DE LA MENTE</b>	158
<b>Capítulo VIII - EN LAS ALTURAS</b>	180
<b>Referencias</b>	208
<b>Bibliografía</b>	215
<b>Índice</b>	221

# INTRODUCCIÓN

EL CEREBRO HUMANO se ha resistido con tenacidad a revelar sus secretos. Hasta hace poco tiempo era imposible examinar directamente los mecanismos que ponen en funcionamiento nuestros pensamientos, nuestros recuerdos, nuestros sentimientos y nuestras percepciones —su naturaleza sólo podía ser deducida observando sus efectos—. Hoy, sin embargo, las nuevas técnicas de análisis de la imagen (el *imaging*) dejan ver el mundo interior de la mente de manera parecida a la que una radiografía deja ver nuestros huesos. A medida que nos acercamos al siglo xxi, máquinas que exploran y localizan las funciones del cerebro nos van abriendo el territorio de la mente, igual que una vez fue descubierto el globo terráqueo por buques que se hacían a la mar.

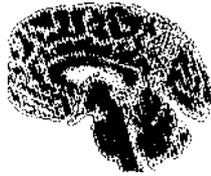
El desafío de cartografiar este territorio —localizando exactamente el sitio de la actividad cerebral que crea una experiencia y comportamiento específicos— ocupa en nuestros días a muchos de los científicos más ilustres del mundo. Este libro aporta información acerca de sus descubrimientos de forma comprensible, aun para quienes no tengan ni conocimientos científicos ni un extremo interés en la ciencia.

A todos nos debiera cautivar esta aventura, ya que nos proporciona un mayor entendimiento de uno de los más antiguos y fundamentales misterios: la relación entre el cerebro y la mente. También nos proporciona una visión fascinante de nosotros mismos, esclareciendo ciertas conductas extrañas o aberrantes. Por ejemplo, la base biológica de las enfermedades mentales hoy es ya demostrable: nadie podría observar la actividad frenética y localizada de

un cerebro poseído por una obsesión y poner seriamente en duda que esta actividad es una condición física y no una inefable dolencia del alma. De la misma manera es hoy posible localizar y observar los mecanismos de la ira, de la violencia y de los defectos de percepción. Y hasta es posible detectar signos de condiciones complejas de la mente, como la amabilidad, el humor, la crueldad, la sociabilidad, el altruismo, el amor materno o la apreciación de uno mismo.

El conocimiento que está proporcionando la cartografía de la mente no es sólo esclarecedor, sino que tiene además una gran importancia práctica y social, puesto que nos abre el camino hacia una comprensión de nosotros mismos que hasta ahora sólo había sido descrita en la ciencia-ficción. En la misma medida en la que el conocimiento sobre el genoma humano pronto nos permitirá manipular los procesos físicos fundamentales que originan la existencia de nuestro cuerpo, la cartografía de la mente pone a nuestro alcance el instrumento de navegación necesario para controlar la actividad cerebral de manera exacta y radical.

A diferencia de lo que ocurre con la ingeniería genética, adquirir este control no depende del desarrollo de tecnologías nuevas y dudosas: todo lo que se necesitará será el perfeccionamiento de métodos y técnicas ya existentes, tales como pueden ser los fármacos, la cirugía, la manipulación eléctrica o magnética, o la intervención psicológica. Todos estos aspectos están sólo limitados por el hecho de que, en el presente, son, literalmente, un asunto de «puntería». Sin embargo, cuando los mapas de nuestra mente estén completos, será posible aspirar a trata-



mientos psicoactivos tan precisos que la condición mental del individuo —y, por lo tanto, de su comportamiento— será casi por completo moldeable. Hasta sería posible alterar la percepción individual al extremo de vivir, si quisiéramos, en un estado de realidad virtual casi independiente del medio externo.

Se trata, por supuesto, de una vieja aspiración, reflejada en los constantes intentos de alterar nuestra conciencia por medio de las drogas, de la búsqueda de sensaciones, de la autohipnosis. Lo nuevo es que la cartografía del cerebro podría pronto hacer posible estas cosas sin los inconvenientes habituales. Las implicaciones personales, sociales y políticas de todo esto son asombrosas, y una de las cuestiones éticas más serias a las cuales tendremos que enfrentarnos en el siglo próximo será decidir la manera en la que deberá ser aprovechada esta nueva y poderosa herramienta.

La gente que trabaja en la cartografía del cerebro detesta este tipo de conversaciones. Si se tiene en cuenta que son personas que están en la cima de la investigación científica —donde se enfatiza muchas veces el éxito de los resultados para asegurar financiamientos—, esos cartógrafos son curiosamente parcos al referirse a las aplicaciones potenciales de su trabajo. Uno de los motivos es que la moderna neurociencia de la conducta es una disciplina reciente, y quienes la practican provienen de muy distintos campos: la física, la radiología, la neurología, la biología molecular, la psicología y la psiquiatría —incluso de las matemáticas y de la filosofía—. Todavía les falta desarrollar una mentalidad común o definir un objetivo común más allá de la labor inmediata de cartografiar la función cerebral. Mu-

chos neuroinvestigadores se sienten además aterrizados ante la idea de que su trabajo sea sometido al tipo de juicio sensacionalista al que son sometidos sus colegas en genética. El proyecto «Genoma humano» ha sido motivo de infinidad de titulares apocalípticos y, como consecuencia, los genetistas son ahora controlados y observados muy de cerca. Los investigadores del cerebro prefieren evitar ese tipo de atención.

En 1997, durante una conferencia sobre cartografía del cerebro en la cual yo era la única reportera, uno de los ponentes enseñó una portada de la revista *Time* como advertencia de lo que puede ocurrir cuando se habla con ligereza delante de personas ajenas al oficio. El reportaje anunciado en la cubierta no era ni inexacto ni sensacionalista; más bien parecía reprochársele su mera existencia.

El resultado de esta parquedad es que mientras todos debatimos y tememos las implicaciones éticas y prácticas de la ingeniería genética, la cartografía del cerebro parece ser considerada el lado divertido de la psicología. Interesante, sin duda, para quien le guste este tipo de cosas, pero sin mayor importancia práctica.

Cuando las noticias trascienden, parecen hacerlo con cuentagotas: el origen del miedo puede radicar en un pequeñísimo pedacito de tejido cerebral; la conexión entre los dos hemisferios parece ser más densa en las mujeres que en los hombres; los lóbulos frontales suelen estar dañados en un número desproporcionado de asesinos condenados a muerte. Cada una de estas historias genera una breve ola de especulaciones, pero rara vez se plantea todo su significado.

Uno de los objetivos de este libro es precisamente llamar la atención sobre las implicaciones sociales de lo que a simple vista puede semejar nada más que un avance tecnológico. Otro objetivo es examinar hasta qué punto la neurociencia del comportamiento está contribuyendo a resolver el antiguo dilema cerebro-mente y el misterio de la conciencia. Cartografiar el cerebro es, desde luego, sólo una parte de la tarea actual. La exploración del funcionamiento de células cerebrales aisladas, las oleadas y el flujo de los neurotransmisores y los complejos fenómenos de las interacciones entre las distintas partes del cerebro son aspectos que en este trabajo apenas se mencionan y, sin embargo, tienen la misma importancia.

Los investigadores del cerebro más optimistas de nuestros días creen que cuando se unan todos estos aspectos —si es que se llegan a unir—, cuando cada diminuto componente del cerebro haya sido localizado, cuando haya sido identificada su función y aclarada su interacción con cada otro componente, la descripción resultante contendrá cuanto necesitamos saber sobre la naturaleza humana y sobre la experiencia. Otros piensan que este método reduccionista jamás explicará del todo por qué nos sentimos y nos comportamos como lo hacemos ni, por supuesto, esclarecerá nunca el secreto del producto más extraordinario del cerebro: la conciencia. Según ellos, un mapa del cerebro no nos puede explicar más sobre la mente que lo que nos explica un globo terráqueo sobre el cielo y el infierno.

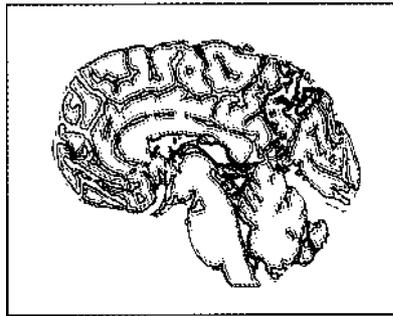
El trabajo descrito aquí no aclara el debate sobre la naturaleza de la existencia, pero en mi opinión da pistas apasionantes al respecto. Sin embargo, hay

que tener en cuenta que estamos en los primeros días de la exploración de la mente, y que la visión del cerebro que tenemos hoy no es ni más completa ni más exacta que un mapamundi del siglo xvi. Mucho de cuanto aquí se leerá es en realidad más complicado de lo que podría parecer por lo que digo y, casi con seguridad, muchas cosas terminarán por estar equivocadas. Se debe en parte a que la mayoría de los descubrimientos son demasiado nuevos para que hayan podido ser negados tan pronto. También existen grandes áreas de las que se sabe muy poco, y —así es por naturaleza la ciencia de vanguardia— todo el mundo está, en esencia, adivinando. Algunos de los más ilustres científicos implicados en la empresa han sido lo suficientemente generosos como para permitir que se incluya aquí su pensamiento y su teoría. La variedad de sus opiniones demuestra lo lejos que estamos todavía de alcanzar consenso en este campo.

Los cartógrafos que producían aquellos primeros mapas del mundo rellenaban los vacíos de su conocimiento con el equivalente medieval de la charlatanería científica. «Aquí —escribía alegremente un artesano de mapas—, que haya dragones.» He intentado dejar a los dragones fuera de este mapa, pero es posible que otros detecten alguno, así como algún signo engañoso o alguna señal confusa. Supongo que estas cosas son inevitables cuando se viaja por terreno virgen. De manera que aquellos que prefieran viajar sobre caminos seguros será mejor que esperen las guías turísticas que vendrán más adelante. Aquellos que quieran explorar, que sigan leyendo y les enseñaré algunas cosas extrañas y maravillosas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a aquellos exploradores de la mente humana que han tenido la amabilidad de enriquecer este libro, bien con sus colaboraciones escritas, bien tomándose el tiempo de contestar mis preguntas o dándome permiso para reproducir pasajes de trabajos publicados anteriormente. Quedo particularmente agradecida a Chris Frith, quien, con su inequívoca facilidad para detectar especulaciones frágiles, confío en que se haya asegurado de que todo lo que se dice está apoyado en ciencia de calidad; a Malcolm Godwin, que con los talentos de su hemisferio derecho ha embellecido este libro; a Ravi Mirchandani, por comprender qué es lo que yo quería hacer, y hacerlo posible; y a mi editora, Judith Flanders, por convertirlo en un placer. Mi familia y mis amigos Graham Campbell, Alex Laird y David Carlisle han sido especialmente pacientes y merecen mi agradecimiento por soportar durante los últimos años mi conversación casi obsesiva acerca del cerebro. Su especial combinación de desafío, cuestionamiento y tomaduras de pelo me ha ayudado a dar forma a mis ideas más de lo que ellos sospechan. Y quedaré por siempre agradecida a mi desaparecida colega Tricia Ingrams, quien sacó tiempo para apoyarme cuando tenía ya muy poco tiempo que perder.



# CAPÍTULO I

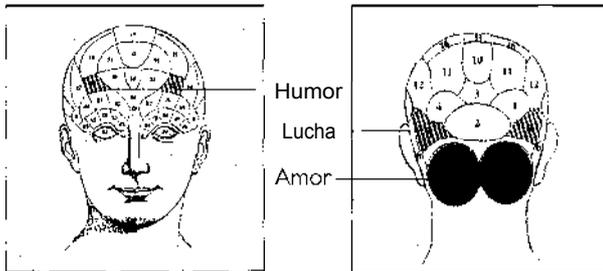
## EL PANORAMA EMERGENTE



*El cerebro humano está compuesto por muchas partes. Cada una de ellas tiene una función específica: transformar sonidos en habla; procesar color; percibir miedo; reconocer una cara, o distinguir un pez de una fruta. Pero no se trata de una colección estática de componentes: cada cerebro es un caso especial, constantemente cambiante y exquisitamente sensible a su entorno. Sus módulos son interdependientes e interactivos, y sus funciones no están rígidamente fijadas. A veces una parte cumplirá el trabajo de otra, o no podrá funcionar en absoluto debido a algún salto genético o ambiental. La actividad cerebral está controlada por corrientes eléctricas, por agentes químicos y por misteriosas oscilaciones. Hasta podría ser objeto de efectos cuánticos que distorsionan el tiempo. El conjunto está enlazado por un proceso dinámico de sistemas que hace millones de cosas al mismo tiempo. Probablemente sea tan complejo que nunca llegue a comprenderse a sí mismo. Sin embargo, no deja de intentarlo.*

**S**I PONEMOS un dedo en la cerviz y luego lo desplazamos hacia arriba y hacia afuera, encontraremos un bulto formado por la base del cráneo. Percibámoslo un poco. Según Franz Gall, el fundador de la frenología, esta protuberancia en particular marca el lugar del **órgano de la amorosidad**, «*la facultad de generar el sentido sexual*». Deslicemos ahora el dedo uno o dos centímetros más hacia arriba, hacia la calota. Estamos pasando por el **órgano de la combatividad**.

Las personas de predisposición pacífica debieran en teoría sentir más aplanada la segunda región que la primera. Pero que no se preocupen demasiado si sus bultos no coinciden con su propia percepción: Gall descubrió el órgano de la amorosidad buscando la zona más cálida del cráneo en dos emotivas mujeres jóvenes que acababan de quedar viudas. Asimismo localizó el órgano de la combatividad obser-



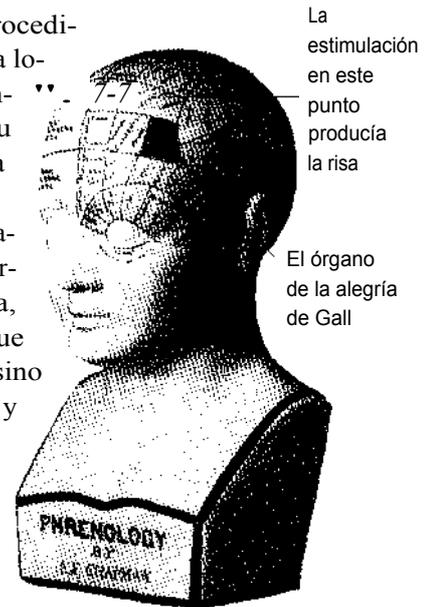
vando el pequeño tamaño que tenía esa zona en «la mayoría de los hindúes y los cingaleses». <sup>1</sup> Eran muy dudosos métodos incluso a principios del siglo xix.

La interpretación de bultos era una tontería en cualquier caso, ya que el blando tejido cerebral no tiene por lo general efecto alguno sobre la forma del cráneo. Sin embargo, no todo era erróneo. Toquémonos de nuevo el cráneo, esta vez por la parte de arriba, un poco por delante y hacia la izquierda de la calota. Aquí es donde Gall emplazó su **órgano de la alegría**. Un equipo de cirujanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de California aplicó recientemente una cantidad mínima de corriente eléctrica cerca de esta parte izquierda del cerebro de una chica de dieciséis años. La paciente sufría una epilepsia no tratable, y el estímulo for-

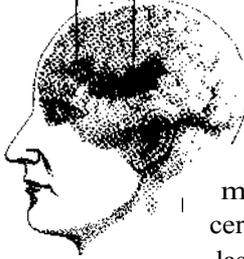
maba parte de un procedimiento diseñado para localizar los focos convulsivos antes de su extirpación. La chica estaba despierta y, cuando el estímulo pasaba por esta zona particular de su corteza, se echó a reír. <sup>2</sup> No fue una simple mueca, sino una risotada genuina y cargada de humor. Cuando los cirujanos le preguntaron qué era lo que le hacía tanta gracia hubo de contestar:

«Están tan graciosos todos ustedes, ahí de pie a mi alrededor». Los médicos volvieron a aplicar la corriente y esta vez fue la imagen de un caballo común y corriente lo que hizo ver a la chica algo gracioso. La tercera vez la hizo reír otra cosa. Los cirujanos parecían haber dado con una parte del cerebro que provoca diversión independientemente de las circunstancias. Que Gall la señalara hace casi doscientos años fue sin duda casualidad. Sin embargo, su idea básica de que el cerebro está compuesto de módulos funcionales separados era premonitrice.

Irónicamente, el descrédito de la frenología llegó con el descubrimiento de módulos cerebrales «reales». Hacia finales del siglo xix surgió en las universidades europeas una verdadera locura por la psiquiatría biológica, y los neurólogos empezaron a usar estímulos cerebrales eléctricos localizados y lesiones experimentales en animales para averiguar qué es lo que hacía cada parte del cerebro. Otros observaban las relaciones entre ciertos comportamientos y ciertas lesiones cerebrales. Durante la primera era de la cartografía cerebral fueron identificados muchas señales importantes. Por ejemplo, las zonas de lenguaje descubiertas por los neurólogos Pierre Broca y Carl Wernicke. Para los frenólogos



Área del lenguaje descubierta por Broca  
 Área del lenguaje descubierta por Wernicke



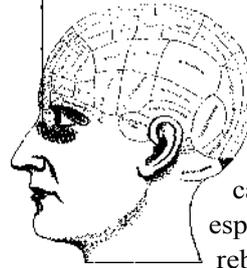
fue embarazoso que estas zonas aparecieran localizadas al costado del cerebro, por encima y alrededor del oído, y no cerca del ojo como decididamente las había situado Gall.

Las zonas de lenguaje identificadas por Broca y Wernicke llevan sus nombres hasta hoy. Si los científicos de principios del siglo xx hubieran continuado la búsqueda de las zonas funcionales del cerebro, los mapas estarían llenos de nombres de individuos muertos hace mucho tiempo, en lugar de las aburridas etiquetas que se pegan ahora a cada nueva zona descubierta (corteza auditiva primaria, SMA, V1). Pero por el contrario, la cartografía del cerebro cayó en desgracia al mismo tiempo que la frenología, y la teoría modular del cerebro fue abandonada por los científicos en favor de la teoría de la **acción en masa**, teoría que sostenía que el comportamiento complejo derivaba de la acción de todas las células cerebrales trabajando a la vez.

Como resultado, mediados del siglo xx debe de haber sido una mala época para quien aspirara a usar métodos físicos en el tratamiento de enfermedades mentales o alteración de comportamientos. Pero aun así hubo un auge en la psicocirugía. En 1935 el neurólogo de Lisboa Egas Moniz oyó hablar de experimentos en los cuales se lesionaban ciertas fibras en el cerebro frontal de chimpancés agresivos y ansiosos.<sup>3</sup> Una operación —a la que se llamó **leucotomía**— los volvía tranquilos y amigables. Moniz la aplicó de inmediato en seres humanos con parecidas aflicciones y descubrió que daba resultado. La **leucotomía frontal** —que más tarde evolucionaría hacia una forma más radical, la **lobotomía frontal**— se convirtió rápidamente en un tratamiento de rutina en hospitales mentales. Durante los años cuarenta, al menos veinte mil operaciones de este tipo fueron practicadas solamente en los Estados Unidos de América.<sup>4</sup>

El concepto de cirugía del cerebro de aquella época nos parece hoy atterradoramente audaz. Se usaba para casi cualquier trastorno mental —depresiones,

Segunda área del lenguaje de los frenólogos



esquizofrenia, manías...—, aunque nadie entonces tenía la menor idea de qué estaba provocando los síntomas o de por qué se esperaba que las incisiones en el cerebro los aliviaran. Había cirujanos

que viajaban de hospital en hospital con sus herramientas en el maletero, despachando alrededor de una docena de operaciones por mañana. Ésta es la descripción que hacía un cirujano de su técnica:

«No es nada difícil. Tomo una especie de piqueta médica [...] pincho a través de los huesos justo encima del globo ocular, lo empujo hacia dentro del cerebro, lo revuelvo, corto las fibras cerebrales, y ya está. El paciente no siente nada.»<sup>5</sup>

Desgraciadamente, la falta de sensibilidad llegaba en algunos pacientes a un aplastamiento total y duradero de emociones, y a una extraña insensibilidad que los dejaba en un estado en el que parecían medio muertos. Tampoco curaba siempre la agresividad: la carrera de Moniz terminó con un tiro que le disparó uno de sus pacientes lobotomizados.

El balance de todo esto es que la locura de la primera mitad de siglo de hacer cortes al cerebro, probablemente alivió más sufrimiento del que causó, pero dejó una profunda sensación de incomodidad dentro de la profesión médica y una desconfianza en la psicocirugía que todavía perdura en la gente. Cuando aparecieron fármacos psicotrópicos efectivos durante la década de los sesenta, la cirugía de tras-



*La leucotomía frontal consistía en cortar el haz de fibras que conectan el cerebro inconsciente (donde se generan las emociones) con el área cortical (donde las emociones se registran conscientemente).*

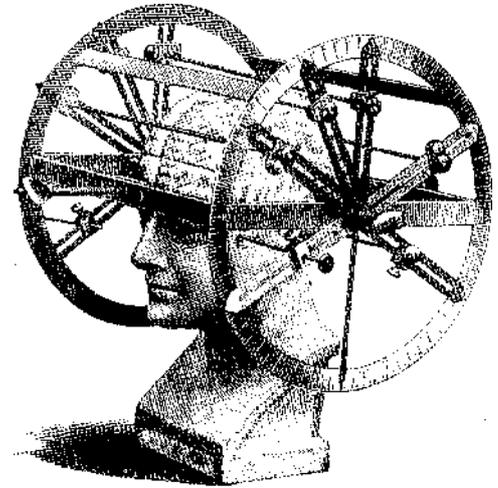


tornos mentales fue completamente abandonada.

A medida que nos acercamos al siglo XXI, vuelve a aparecer la idea de modificar comportamientos y aliviar aprensiones mentales manipulando el tejido cerebral. Esta vez, sin embargo, cualquier «chapucería» por hacer se hará sobre la base de un entendimiento mucho mayor de cómo funciona el cerebro. Las técnicas recientemente desarrolladas, agrupadas aquí bajo la denominación común **exploración funcional del cerebro (EFC)**, permiten a los investigadores explorar las funciones en el cerebro vivo.\* Observar el cerebro mientras está funcionando da una nueva visión en profundidad tanto de las enfermedades mentales como de la naturaleza de nuestras experiencias cotidianas.

Tomemos por ejemplo el dolor. El sentido común podría intuir en el cerebro un centro especializado para el dolor, tal vez conectado con otra zona que registra las sensaciones de la parte del cuerpo afectada. Pero la EFC nos enseña sin duda que no hay tal cosa como un centro para el dolor. El dolor surge fundamentalmente de la activación de zonas asociadas con la atención y la emoción. Visto lo que es el dolor en términos de actividad neural, queda claro por qué lo sentimos tanto más cuando nos sentimos presionados emocionalmente. Y por qué muchas veces no lo notamos siquiera —incluso cuando nuestros cuerpos están gravemente heridos, si cuando nuestra atención está atrapada por cosas más urgentes.

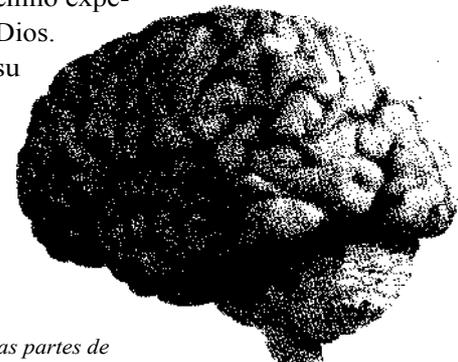
\* El autor dice indistintamente *brain imaging*, *brain scanning* o simplemente *scanning* (literalmente, **exploración**) cuando el estudio del cerebro se hace a través de imágenes. EFC es un concepto más amplio, porque hay técnicas como el electroencefalograma (EEG) que, aunque no utilizan imágenes, también integran la EFC (véase cuadro «La Exploración del cerebro»). Aquí se llamará **escán** (y no **escáner**, que es el aparato utilizado) sólo al estudio hecho a través de imágenes. (1*vi. del T.*)



Mientras algunas funciones en apariencia simples, como el dolor, resultan ser más complejas de lo que podría esperarse, otras cualidades de la mente, que no parecían cuantificables, parecen ser sorprendentemente mecánicas. Es normal considerar que las creencias y las experiencias religiosas están más allá del alcance de la exploración científica. Sin embargo, neurólogos de la Universidad de California de San Diego han localizado una zona en el lóbulo temporal del cerebro que parece producir intensos sentimientos de trascendencia espiritual, combinados con una sensación de presencia mística. El neuroinvestigador Michael Persinger de la Laurentian University ha conseguido incluso hacer surgir estas sensaciones en personas no religiosas al estimular esta zona. Dice Persinger:

«Por lo general la gente habla de "una presencia". Una vez hicimos funcionar una luz estroboscópica y este individuo vio a Cristo dentro de la luz [...]. Otro individuo femenino experimentó la visita de Dios.

Después miramos su **electroencefalograma (EEG)** y encontramos las clásicas **ondas y espigas**.



*La estimulación de ciertas partes de los lóbulos temporales puede generar sensaciones de trascendencia espiritual.*

## UNA GIRA POR EL TERRITORIO

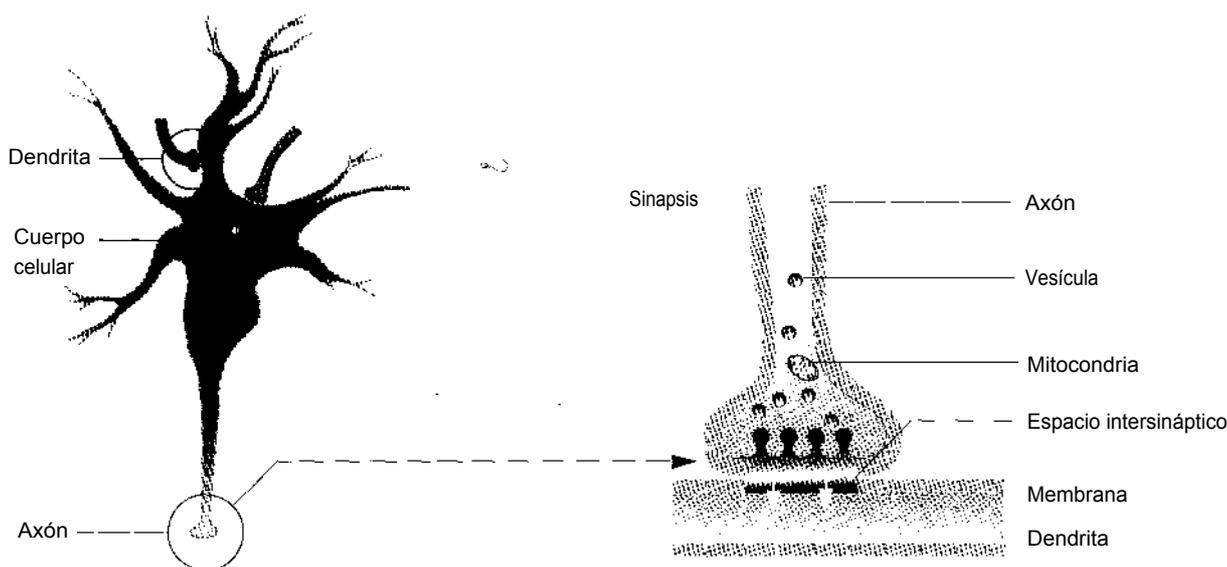
Enfoquemos una sección del cerebro lo suficientemente de cerca y veremos una densa red de células. La mayoría son células de **glia** (o **neuroglia**), estructuras relativamente simples a primera vista, de las cuales se sabe que hacen fundamentalmente de cohesión de toda la construcción, manteniendo la integridad física de ésta. Es posible también que las neuroglías desempeñen algún papel amplificando o sincronizando la actividad eléctrica dentro del cerebro, pero hasta ahora es sólo especulación.

Las células que con certeza generan actividad cerebral son las **neuronas** —aproximadamente una de cada diez del total—. Éstas son células capaces de transmitir una señal eléctrica de una a otra. Las hay largas y delgadas, que llegan en serpenteantes brotes separados a zonas remotas del cuerpo. Las hay en forma de estrella, que se estiran en todas direcciones. Y las hay con una densa corona de ramas, como una cornamenta absurdamente grande. Cada neurona se conecta hasta con diez mil neuronas vecinas. Las partes

que se juntan son las ramas. De éstas hay dos tipos distintos: los axones —que conducen las señales desde los cuerpos celulares— y las dendritas —que reciben la información que llega.

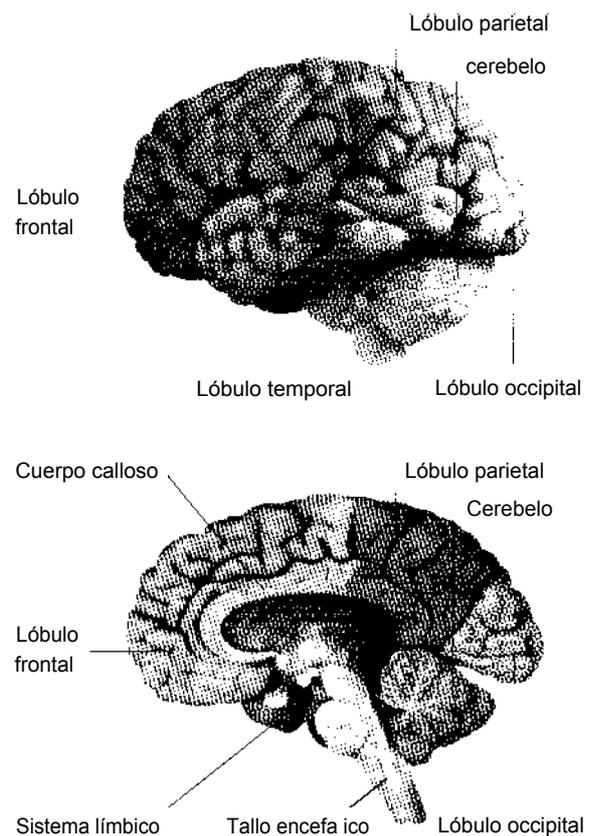
Si observamos todavía más de cerca veremos que hay una pequeñísima ranura en donde cada axón se encuentra con una dendrita. Esta ranura se llama **sinapsis**. Para que la corriente pueda pasar a través de la sinapsis, cada axón desprende agentes químicos llamados **neurotransmisores**, que son liberados hacia el espacio intersináptico cuando se «dispara» la célula. Estos agentes químicos hacen que la célula vecina también se dispare, y la reacción en cadena resultante produce una actividad asociada en millones de células conectadas.

Los fenómenos que se dan entre las células y las moléculas en este nivel —el de la sinapsis— son los que generan los fundamentos de nuestra vida mental, y la mayoría de las terapias físicas psiquiátricas existentes se basan en su manipulación. Los antidepresivos, por ejemplo, actúan sobre los

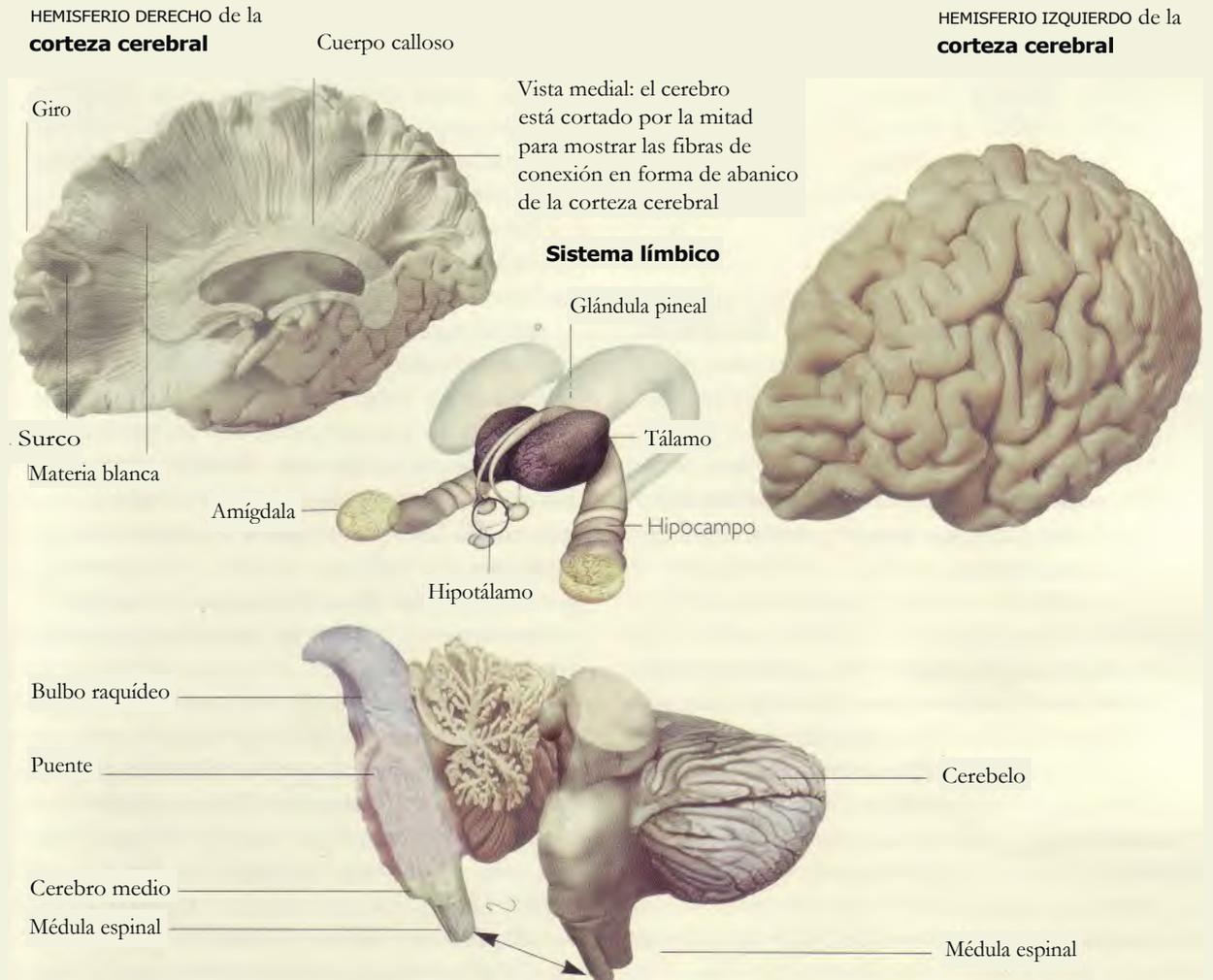


neurotransmisores y, fundamentalmente, acentúan la acción de la serotonina. La investigación microscópica de procesos cerebrales contribuye actualmente a desarrollar fármacos que alivien la demencia, la enfermedad de Parkinson y las lesiones causadas por derrames. Algunos científicos creen que el secreto de la conciencia se descubrirá en este terreno, o incluso en un nivel más fundamental: en los procesos cuánticos que se cree ocurren en los recesos más diminutos de las células cerebrales.

Sin embargo, para lo que nos interesa a nosotros, tenemos que volver a salirnos de este enfoque. El cerebro humano tiene el tamaño de un coco, la forma de una nuez, el color del hígado sin cocer y la consistencia de la mantequilla fría. Tiene dos hemisferios cuyo estrato exterior lo constituye un tejido con profundas arrugas, llamado **corteza cerebral**. Cada repliegue de esta capa superficial se llama *sulcus* (o **surco**), y cada prominencia abultada entre estos surcos se llama *girus* (o **giro**). El paisaje superficial del cerebro es ligeramente distinto en cada individuo. Pero los surcos principales son características comunes—como lo son los agujeros de la nariz y la boca, o las patas de gallo de una cara envejecida—, y se los usa como puntos de referencia para la cartografía cerebral. En la parte posterior de ti) masa principal del cerebro, como metido debajo de la cola del cerebro y, en cierta medida, fundido con él, se encuentra el **cerebelo**—el «pequeño cerebro»—. Eones atrás, éste era el cerebro principal de nuestros ancestros mamíferos, aunque hoy haya sido superado por el cerebro, la parte más grande. Cada mitad del cerebro está dividida en cuatro **lóbulos** y la división entre estos lóbulos está marcada por varios **pliegues**. En la parte de más atrás está el **lóbulo occipital**; la parte inferior, cerca de los oídos, es el **lóbulo temporal**; la sección superior es el **lóbulo parietal** y delante de éste está el **lóbulo frontal**. Cada '16-



bulo procesa su propia gama de actividades: el lóbulo occipital está compuesto fundamentalmente de zonas de procesamiento visual; el lóbulo parietal se ocupa sobre todo de funciones relacionadas con el movimiento, la orientación, el cálculo y ciertos tipos de reconocimiento; los lóbulos temporales tienen que ver con el sonido, la comprensión del habla (en general sólo en el lado izquierdo) y con algunos aspectos de la memoria; el lóbulo frontal se ocupa de las funciones cerebrales más integradas: pensar, conceptualizar y planificar. También desempeñan una función importante en la apreciación consciente de las emociones.



ta ciertas condiciones físicas del cuerpo para que pueda mantenerse en constante adaptación al entorno en condiciones óptimas. El **hipocampo**—llamado así porque se parece al caballo de mar, aunque en realidad se parece más a la pata de un gigante— cumple una función esencial en el establecimiento de la memoria a largo plazo. La **amígdala**, situada frente al hipocampo, es el lugar donde se percibe y genera el miedo.

Si se sigue más hacia abajo todavía, se llega al **tronco cerebral**. Ésta es la parte más antigua

del cerebro. Se desarrolló hace más de quinientos millones de años y se parece bastante al cerebro entero de los reptiles de hoy, de ahí lo de **cerebro del reptil**. El tronco cerebral está formado por nervios que recorren el cuerpo hacia arriba, a través de la médula espinal, y lleva información del cuerpo hacia el cerebro. Varios grupos celulares del tronco cerebral determinan el grado general de alerta y regulan los procesos vegetativos del cuerpo, tales como la respiración, los latidos del corazón y la presión sanguínea.

## ANÁLISIS DEL CEREBRO



HORACE BARLOW  
*Profesor de Investigación  
 de la Royal Society,  
 Laboratorio de Fisiología,  
 Universidad de Cambridge*

***¿Podemos entender la mente del mismo modo que tratamos de entender una máquina, desmontándola y examinando sus partes?***

***El neurofisiólogo Horace Barlow cree que este enfoque puede aportar datos importantes, aunque jamás puede resolver el enigma del todo.***

El enfoque reduccionista del cerebro promete revolucionar nuestras ideas sobre lo que pueden hacer las neuronas solas, pero su método se limita a buscar explicaciones en los niveles más bajos del organigrama. Las preparaciones aisladas que han sido tan importantes para el éxito del enfoque reduccionista hablan de los procesos extracelulares e intracelulares, no de la experiencia subjetiva o del valor de supervivencia de un gen.

Evidentemente, no puede descubrirse nada sobre lo que se ha desechado o decidido deliberadamente ignorar, y el reduccionismo desecha muchas cosas.

Las preparaciones aisladas, por ejemplo, no nos llevarán nunca a entender las interacciones entre seres humanos y, no obstante, estas interacciones son vitales para entender la mente humana y su papel en la configuración de la sociedad.

Por consiguiente, el reduccionismo no sólo hace un análisis parcial, sino que es improbable que dé una respuesta completa. Para adquirir

más conocimientos hay que mirar desde los niveles de organización más simples y básicos hasta los más complejos y elevados. Los niveles más bajos nos permiten seguir adelante, porque proporcionan un conocimiento permanente sobre un sistema extremadamente complejo como es el del cerebro.

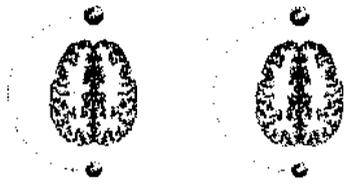
Me imagino al cerebro como un conjunto de redes, metidas unas dentro de otras como muñecas rusas.

En el nivel más interno están los miles de millones de neuronas —diez elevado a diez—. Cada una de estas neuronas del nivel interno contiene a su vez su propia red informática de moléculas que interactúan. Dichas neuronas están conectadas unas con otras en un tipo de red que emula las redes neurales construidas artificialmente. La red más externa está constituida por un conjunto de cerebros que se comunican e interactúan y que en su conjunto componen una sociedad humana.

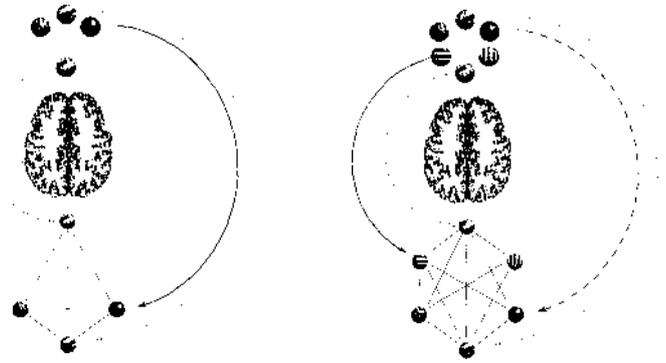
Las conexiones de la red exterior derivan del hecho de que nuestros cerebros pueden informar sobre algunos aspectos de su propio trabajo y asimismo interpretar informes similares recibidos de otros. Esta red de comunicación consciente es la que posibilita la organización social. Las ventajas que confiere la organización social podrían explicar el valor de supervivencia de la comunicación consciente que la hace posible.

Aunque si bien es verdad que el reduccionismo no nos llevará nunca a comprender las relaciones humanas, estoy firmemente convencido de que el enfoque reduccionista es metodológicamente correcto. Cuando se descubre, por ejemplo, cómo se comunica una molécula con otra, entonces ya se dispone de una pieza para construir el siguiente piso. En cambio, el tipo de preguntas como, por ejemplo, «¿por qué conversamos?», aunque fascinantes, no conducen a respuestas, sino a más preguntas.

Estímulo externo



Conexiones internas



El impacto sensorial de algo que suceda en el mundo exterior altera nuestra percepción subsecuente de él, que, a su vez, volverá a modificar la percepción posterior..

»Este trazado, típico en la epilepsia, se encontró sobre el lóbulo temporal, al mismo tiempo en que apareció esa experiencia; las otras partes del cerebro eran normales. »6

El hecho de que aparentemente tengamos un punto cáustico religioso en nuestro cerebro no demuestra que la dimensión espiritual sea sólo el resultado de un flujo de actividad eléctrica particularmente alto. Después de todo, si Dios existe, se podría suponer que nos ha creado con algún mecanismo biológico con el cual percibirlo. Aun así, no es difícil entender que, si uno puede obtener la experiencia de Dios a través de un electrodo bien emplazado, la calidad de divino que numerosas religiones atribuyen a ese estado queda, cuando menos, en cuestión. ¿Cómo afrontarán los creyentes lo que muchos ven como una amenaza a su fe? Ésta es una de las muchas preguntas que se anticipan, como desafío de la ciencia del cerebro, para el próximo milenio.

### *La danza del fuego*

¿Cómo hacen lo que hacen los cerebros valiéndose de una conglomeración de montoncitos de neuronas conectadas por un sistema de cables que parece la madeja con la que jugó el gato? En esencia, lo que hacen las neuronas es «dispararse» y juntarse en la danza —en gran escala.

Que se dispare una sola neurona no consigue ni un amago de parpadeo durante el sueño, ni, por supuesto, una impresión consciente. Una neurona tiene que excitar a sus vecinas y éstas a su vez a otras

para que se formen tipos característicos de actividad (**cánones**) lo suficientemente complejos para generar pensamientos, sensaciones y percepciones.

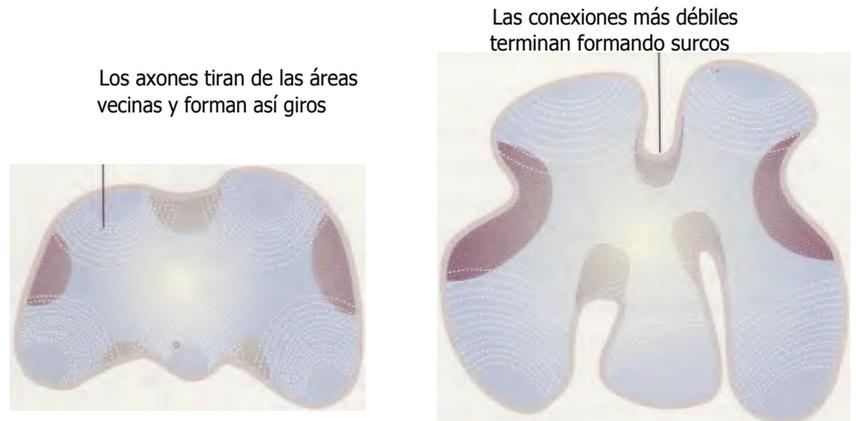
Para producir el pensamiento más insignificante se tienen que disparar millones de neuronas al unísono. Hasta cuando un cerebro parece estar en el mínimo nivel de actividad, la exploración nos enseña un caleidoscopio de actividad en constante cambio. A veces, cuando una persona desempeña una labor mental compleja, o cuando siente una emoción muy intensa, se «enciende» el cerebro entero.

Con cada sensación que llega se produce una transmisión nerviosa nueva y las viejas desaparecen —como memorias perdidas—. Cada impresión que pasa a toda velocidad se registra durante un rato como una configuración nueva; pero si no se asienta en la memoria, el esquema degenera y la impresión desaparece como la huella que deja el trasero en un almohadón de espuma al levantarse de la silla.

En cambio, los cánones que duran pueden conectarse entre ellos y disparar actividad en otros grupos para formar asociaciones (memorias), o pueden combinarse para generar nuevos conceptos. En teoría, cada vez que un grupo específico de neuronas interconectadas se dispara en conjunto provoca en el cerebro el mismo fragmento de pensamiento, sensación o función inconsciente. Sin embargo, lo que pasa en realidad es que se disparan cánones parecidos, aunque ligeramente mutados. Nunca volvemos a experimentar dos veces lo mismo con absoluta exactitud.

Derecha: A medida que crece, la superficie del cerebro desarrolla muchos surcos y prominencias. El canon que se conforma es distinto en cada uno de nosotros y afecta a la manera en la que percibimos y pensamos acerca del mundo.

Abajo: El aumento de la complejidad de la corteza de un feto, desde las 25 semanas hasta las 40 semanas.



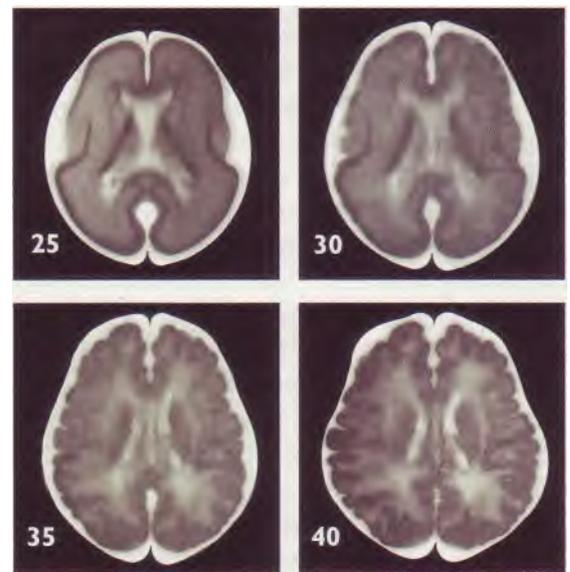
En cada momento en que el cerebro reacciona a estímulos externos se producen pequeñas explosiones y olas de actividad nuevas, cada una con su canon característico. Esta actividad genera a su vez constantes cambios del entorno interno, ante los cuales reacciona también el cerebro entero. Se produce así un circuito de realimentación que asegura un constante cambio.

Parte del medio entorno interno del cerebro resulta de la constante necesidad de buscar nuevos estímulos. Esta sed de información es una de las propiedades fundamentales del cerebro y queda reflejada en nuestras reacciones elementales. Una persona puede tener la atención consciente totalmente destrozada y, sin embargo, sus ojos todavía recorren la habitación y se fijan y siguen un objeto que se mueve. El movimiento de los ojos parte del tronco cerebral y no es más consciente que el movimiento de una flor que gira hacia el sol. Pero aun sabiéndolo, es una experiencia muy conmovedora verse seguido por los ojos de una persona de la que uno sabe que a todos los efectos está muerta.

Los trazos de ida y vuelta entre el cerebro y su ambiente son una *bootstrap operation* (actividad que crece por efecto de esa misma actividad) por excelencia. La simulación por ordenador de la red neuronal enseña que la red más simple puede en poco tiempo desarrollar complejidades fenomenológicas, siempre que esté programado, con el fin de reproducir cánones que sean favorables para su supervivencia —así como desechar los que no lo sean—. La actividad cerebral evoluciona en el individuo de manera parecida.

Este proceso —al que a veces se llama **darwinismo neuronal**— asegura el establecimiento per-

manente de aquellos cánones que generan pensamientos (y, por lo tanto, comportamientos), que ayudan a que el organismo sobreviva, en tanto los cánones inútiles desaparecen. No se trata de un sistema rígido —la gran mayoría de los cánones cerebrales que generamos no tienen importancia para nuestra supervivencia—, pero, en general, ésta parece ser la manera en que el cerebro humano ha sido dotado para lograr sus reacciones esenciales.



Parte de este equipamiento se ha producido genéticamente. Ciertos cánones de la activación cerebral —incluso algunos tan complejos como el de la generación del habla— son hasta tal punto hereditarios que sólo un entorno extraordinariamente anormal puede hacerlos cambiar. El canon de activación

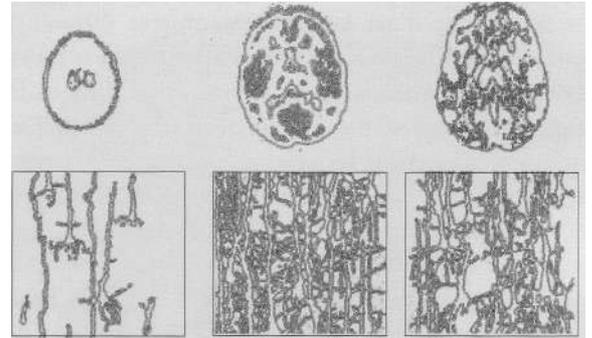
cerebral de, por ejemplo, recordar una palabra, es tan parecido entre la docena, más o menos, de individuos que, por lo general, participan en un estudio de este tipo, que la superposición de los trazados individuales resulta en un claro canon común. Gracias a ello, los cartógrafos del cerebro pueden hablar del mapa «del» y no sólo del de «un» cerebro.

Esto no quiere decir que todos pensemos de la misma manera. Gracias a la interacción infinitamente compleja entre naturaleza y formación, no hay dos cerebros que sean exactamente iguales. Incluso los gemelos genéticamente idénticos —los clones— tienen ya al nacer cerebros distintos, porque la diferencia mínima del entorno fetal de cada uno de ellos es suficiente para influir sobre su desarrollo. La corteza de un par de niños gemelos en el momento de nacer es visiblemente distinta, y es inevitable que las variantes estructurales generen diferencias en la manera de funcionar de los cerebros.?

Durante el desarrollo fetal, el cerebro se desarrolla, como si fuera un bulbo, en el extremo superior del **tubo neural** que forma la médula espinal. Los sectores más importantes, incluida la corteza cerebral, se hacen visibles siete semanas después de la concepción, y al tiempo de nacer la criatura, el cerebro contiene tantas neuronas —cerca de cien billones— como las que tendrá cuando sea adulto.

Sin embargo, estas neuronas todavía no están maduras. Tienen pocas conexiones entre sí, y muchos de sus axones aún no están cubiertos de **mielina** —el aislante que permite que las señales nerviosas pasen a través de ellos—. Por lo tanto, hay grandes áreas del cerebro que no están funcionando —en particular en la corteza cerebral—. Estudios con TEP de cerebros de recién nacidos enseñan que las áreas activas son las asociadas con la regulación corporal (el **tronco cerebral**), la percepción sensorial (el **tálamo**) y el movimiento (el **cerebelo profundo**).<sup>8</sup>

El entorno uterino tiene un efecto muy importante sobre los circuitos del cerebro infantil. Los niños nacidos de toxicómanos son con frecuencia adictos al nacer, y aquéllos nacidos de madres que comen curry durante el embarazo suelen ingerir comidas con especias más fácilmente que otros,<sup>9</sup> lo que sugiere que sus gustos están predispuestos por haber sido expuestos a los residuos de ese tipo de alimentos a través de la sangre de sus madres.



*Las conexiones neurales son escasas al nacer (izquierda), pero se crean nuevas conexiones a enorme velocidad durante la infancia. A los seis días (centro) llegan a su máxima densidad. A partir de entonces disminuyen de nuevo a medida que mueren las conexiones no deseadas (derecha). Los adultos pueden aumentar sus conexiones neurales a lo largo de la vida al aprender cosas nuevas. Pero si el cerebro no se usa, las conexiones se reducirán.*

La vida dentro del vientre es un buen ejemplo de cómo los genes y el entorno se combinan inevitablemente. Un feto masculino, por ejemplo, tiene genes que provocan que el cuerpo de su madre produzca una cascada de hormonas —incluida la testosterona— durante ciertos periodos del desarrollo fetal. Este diluvio hormonal influye físicamente sobre el cerebro del feto masculino, haciendo más lento el desarrollo de ciertas partes y acelerando el desarrollo de otras. Esto tiene por efecto «masculinizar» el cerebro fetal, induciéndolo a generar comportamiento sexual masculino. También genera muchas de las típicas diferencias observadas entre los sexos, como la superioridad de las niñas para hablar o la de los niños para actividades relacionadas con el espacio. Si un feto masculino no recibe el tratamiento apropiado de hormonas antes de nacer, es posible que su cerebro mantenga características que, por lo general, son más femeninas. Si un feto femenino es expuesto a una secuencia hormonal de tipo masculino, es posible que resulte más varonil.

Dentro del cerebro en desarrollo, las neuronas sueltas andan corriendo por ahí, en busca de un equipo de neuronas conectadas para juntarse con ellas como si jugaran algún frenético juego. Cada cé-

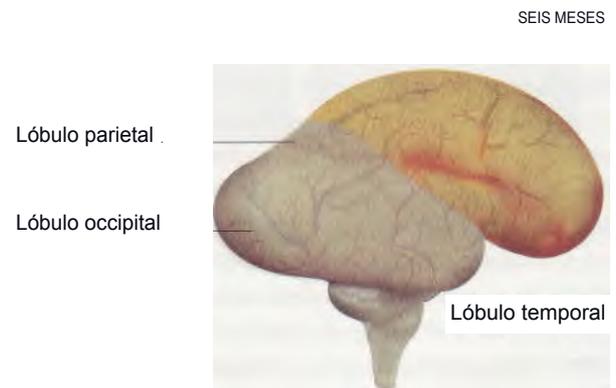
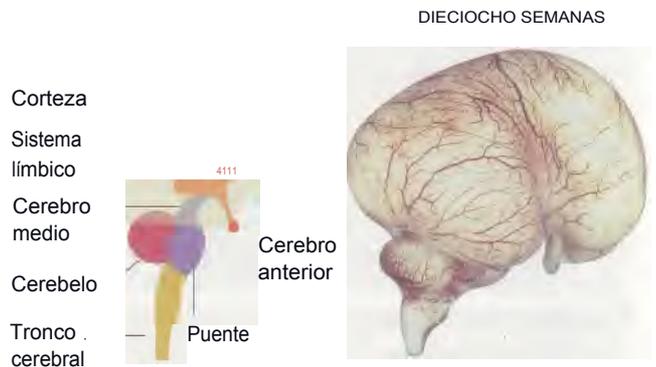
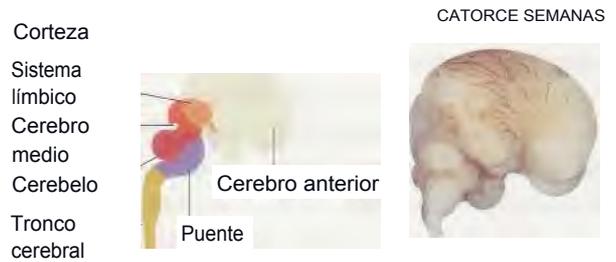
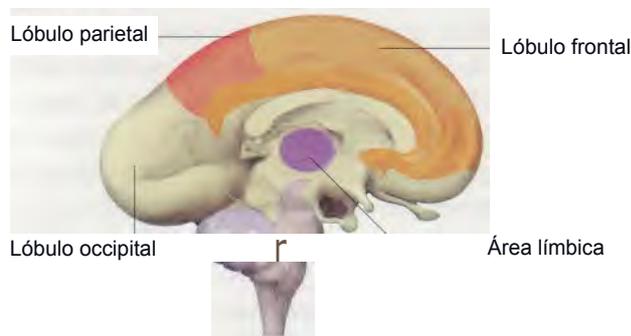
lula tiene que encontrar su lugar dentro del esquema general y, si no lo consigue, muere durante la poda despiadada conocida como **apoptosis** o muerte celular programada. La apoptosis en el cerebro inmaduro tiene el sentido de fortalecer y racionalizar las conexiones entre las células que quedan, y evitar que el cerebro tenga un exceso de ellas. Este proceso de «poda», aunque es esencial, también puede tener su precio. Las conexiones muertas en el proceso incluyen asimismo aquellas que podrían haber dotado al embrión con el tipo de facultades que llamamos **dones o talentos**. La memoria eidética (fotográfica), por ejemplo, es bastante común entre los niños, pero normalmente desaparece durante los años de poda cerebral. Una apoptosis inadecuada puede ser tanto responsable de las impresionantes habilidades de los llamados «sabios idiotas» como el factor causal de sus carencias. Por el contrario, parece que la causa de la inteligencia deteriorada del **síndrome de Down** es una apoptosis desenfrenada que poda demasiadas conexiones. Probablemente también es el motivo por el cual quienes sufren el síndrome de Down padecen con más facilidad que otros la enfermedad de Alzheimer.

*La escalada hacia la conciencia*

El cerebro de un niño tiene algunas cosas que el de un adulto no tiene. Existen conexiones entre las cortezas auditivas y visuales, y otras entre la retina y la parte del tálamo que recibe los sonidos. Estas conexiones probablemente hacen que la criatura «vea» sonidos y «oiga» colores —una condición que a veces se mantiene en los adultos y que se cono-

ce como **sinestesia**—. Los niños expresan dramáticamente sus emociones; y, sin embargo, las áreas del cerebro que en los adultos están relacionadas con la experiencia consciente de las emociones, en los niños no están activadas. Estas emociones infantiles podrían, por lo tanto, ser inconscientes.

Una «emoción inconsciente» suena a una contradicción en los términos. ¿Qué es una emoción, sino un sentimiento consciente? De hecho, la percepción consciente de las emociones nos empieza a parecer cada vez más un elemento relativamente insignificante —a veces hasta superfluo— de un sistema de



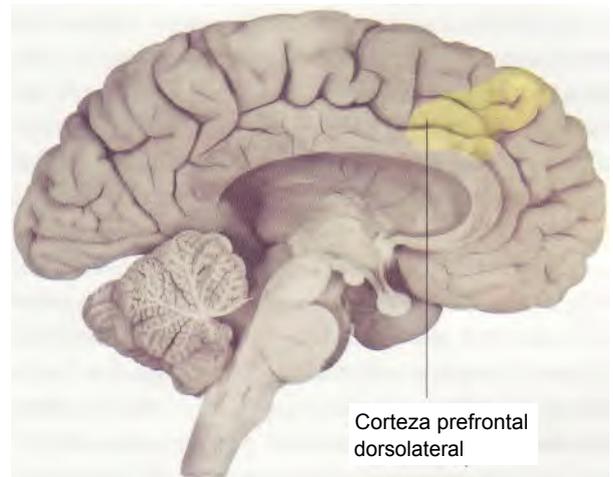
mecanismos de supervivencia que, incluso en los adultos, opera fundamentalmente en un nivel inconsciente.<sup>10</sup>

Esto no quiere decir necesariamente que los traumas tempranos no tengan importancia. Las emociones inconscientes pueden no ser, en términos estrictos, «experiencias». Pero pueden de todas formas estar afincadas en el cerebro. No tenemos recuerdos anteriores a los tres años, aproximadamente, porque hasta ese momento el hipocampo —el núcleo del cerebro en el que se asientan las memorias conscientes a largo plazo— no ha madurado. La memoria emocional, sin embargo, puede estar en la **amígdala**, una pequeñísima pepita de tejido enterrado profundamente que es probable que ya funcione al nacer."

A medida que el niño crece, la mielinización se extiende hacia fuera y pone en conexión un número cada vez mayor de áreas cerebrales» La **corteza parietal** empieza a funcionar bastante temprano, haciendo que los niños vayan dándose cuenta intuitivamente de las características más fundamentales del espacio en el mundo. El juego del «cucú—tatá» (esconderse y luego reaparecer) es especialmente interesante una vez que esta parte del cerebro empieza a funcionar, porque el niño entonces ya sabe que las caras no pueden desaparecer de verdad detrás de las manos —y sin embargo los módulos cerebrales, que un día le permitirán entender por qué, todavía no han madurado.

Los **lóbulos frontales** no entran en juego hasta alrededor de los seis meses, momento en que aparecen las primeras señales del conocimiento. Cuando el niño cumple un año empieza a tener control sobre los impulsos del **sistema límbico** —si se le ofrecen dos juguetes a una criatura de esta edad, probablemente elegirá uno de ellos en vez de intentar coger los dos—. Hasta alrededor del año los niños son «máquinas que parecen robots», según las palabras de cierto psicólogo —la atención del niño puede ser acaparada por casi cualquier estímulo visual—. Después de esta edad se hace un plan propio —que no siempre coincide con el de los demás.

Las áreas del lenguaje entran en actividad alrededor de dieciocho meses después del nacimiento. El área que determina la comprensión (el área de **Wernicke**) madura antes de la que genera el habla (el **área de Broca**), de tal manera que hay un



*Esta parte del cerebro se ilumina cuando hace algo por su propia voluntad: es una de las áreas que parece contener el «yo» que todos sentimos tener dentro.*

tiempo corto durante el cual los niños que empiezan a andar entienden más de lo que pueden decir. Es un estado frustrante que tal vez tenga mucho que ver con las clásicas rabietas de los «terribles dos años» de los niños.

Casi al mismo tiempo que se activan las áreas del lenguaje, la mielinización se pone en marcha en los **lóbulos prefrontales**. Es entonces cuando los niños empiezan a tomar conciencia de sí mismos. Ya no señalan el espejo como si fuera otro niño. Si se les pinta la cara con un poco de polvo, no intentan quitárselo al espejo como hacen los niños más pequeños, sino que se lo quitan ellos. Esta conciencia de sí mismos sugiere que empieza a emerger un actor interno —el «yo» que mucha gente dice que verdaderamente «siente» en su cabeza.

Hay ciertas áreas del cerebro que necesitan muchos años para madurar. Por ejemplo, un núcleo llamado **formación reticular**, por lo general sólo se mieliniza del todo durante o después de la pubertad. Éste es el motivo por el cual los niños prepúberes no pueden concentrarse por mucho tiempo. Los lóbulos frontales no se mielinizan del todo hasta la plenitud de la edad adulta. Tal vez sea ésta la razón por la cual los adultos jóvenes son más impulsivos y emocionales que los mayores.

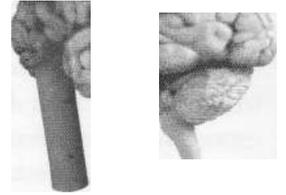
El cerebro humano pasa por su momento más «plástico» durante la infancia. Se puede extraer un hemisferio entero del cerebro de un niño y la otra mitad se reorganizará para cumplir las tareas de las dos mitades. Ese hemisferio conseguirá incluso desarrollar funciones que normalmente cumple con exclusividad la otra mitad. En cambio, a medida que vamos envejeciendo, las funciones cerebrales se vuelven más rígidas y más determinadas. Cuando llegamos a adultos el panorama mental se ha vuelto tan individual que no hay dos personas que vean de la misma manera casi nada. Una pareja que ve la misma película, por ejemplo, probablemente tendría cánones de actividad neuronal por completo distintos, porque cada uno reflexiona sobre diferentes aspectos del espectáculo y asocia lo que está viendo con sus pensamientos y recuerdos personales. Mientras ella puede preguntarse cuándo va a terminar la película para poder irse a cenar —porque se siente implicada por la situación de la pareja de la pantalla—, él puede pensar que el monísimo labio superior de la heroína le recuerda a su antigua novia.

Por eso, los experimentos concebidos para averiguar por qué las áreas del cerebro son responsables de cada cosa diferente tienen que limitarse a tareas artificialmente rígidas y definidas. Por ejemplo, el sujeto que se ha pasado más de dos horas tendido en un TEP-escáner sin hacer otra cosa que levantar un dedo para responder a una señal determinada, se debe estar preguntando a qué posible conclusión se puede llegar a través de una maniobra tan aburrida.

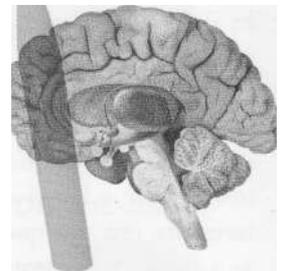
Y, sin embargo, se están haciendo maravillosos descubrimientos a través de estos ejercicios tan poco atractivos. El experimento de «levantar el dedo», llevado a cabo por Chris Frith y sus colegas en el Departamento de Neurología Cognoscitiva de Wellcome de Londres, reveló algo que hasta poco antes se esperaba sería siempre uno de los eternos misterios de la vida: la fuente de la autodeterminación. Se llegó a la conclusión correspondiente concibiendo un procedimiento que lo primero que hacía era reducir lo que estaba pasando en el cerebro del participante a unas pocas cosas, que ya se sabía por trabajos anteriores aparecerían en ciertas localizaciones cerebrales. En el caso presente hicieron que los sujetos movieran un determinado dedo ante cierta señal. Como se esperaba, la señal pro-



La máscara mortuoria de Phineas Gage muestra la gran lesión del cráneo



Reconstrucción de la posición de la vara que atravesó el lóbulo frontal del cerebro de Gage



vocaba una respuesta en la corteza auditiva cuando era un sonido, y en la corteza motora cuando era un movimiento. Entonces agregaron el elemento de la tarea para la cual querían encontrar la localización cerebral: la actividad voluntaria.

En vez de decirle a los sujetos qué dedo debían levantar, les dejaron elegir a ellos qué dedo querían mover. Entonces se dedicaron a explorar en qué difería la actividad cerebral en estos casos, de la actividad cerebral de los casos en que se les ordenaba a los sujetos qué dedo debían mover.

La diferencia fue clara: en cuanto los participantes empezaron a tomar sus propias decisiones, cobraba vida un área que antes había estado «muerta». Se hicieron varios experimentos adecuados para confirmar que esta nueva actividad no representaba meramente el esfuerzo suplementario necesario para pensar en la tarea cuando ya no se trataba de obedecer simplemente una orden. La cuidadosa y elegante concepción del experimento aseguró, casi con

certeza, qué parte del cerebro es la que, muy específicamente, permite que la gente haga cosas por su propia voluntad.

¿Puede, en verdad, la identificación de la actividad cerebral implicada en la decisión de cuál de los dos dedos ha de levantarse, aclarar alguna cosa sobre la toma de decisiones en el mundo real, mundo infinitamente más complicado y desordenado que el del laboratorio de investigación?

Indirectamente, sí. La región del cerebro en la cual se encontró el área de la propia voluntad es la **corteza prefrontal**, una región de la **corteza frontal** total, que está principalmente colocada de-

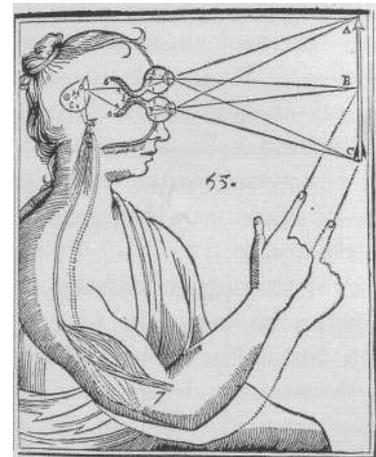
trás de la frente. Las lesiones en esta área muchas veces implican la pérdida en gran escala de la capacidad de autodeterminación. El caso clásico es el de Phineas Gage, un obrero de las vías de ferrocarril del siglo xlx, que perdió un buen pedazo de cerebro anterior cuando una carga explotó fuera de tiempo, disparó una vara de acero y le atravesó el cráneo. Gage sobrevivió. Pero desde el momento del accidente pasó de ser un obrero trabajador y responsable, a ser un vago y un borracho. El médico que lo atendía, John Harlow, describió al «nuevo» Gage como «a veces pertinazmente obstinado, aunque caprichoso e indeciso, con visiones de

### LA BÚSQUEDA DE LA MENTE

El primer mapa conocido del cerebro se encontró sobre un papiro egipcio que se cree fue delineado en el 3000 o el 2500 antes de Cristo.<sup>17</sup> La idea de la **modularidad** volvió a dar frutos en la Edad Media con la **teoría de las celdas**, que localizaba varios atributos humanos —el espíritu, el pensamiento, etc.— en los ventrículos cerebrales, las cavidades cerebrales hacia donde se segrega el líquido cerebro-espinal. Luego, a principios del siglo xvii, el filósofo francés René Descartes concibió la noción de que la mente existía en una esfera del universo material, diferente de las otras, un concepto que todavía persiste. En su esquema, el cerebro era una especie de receptor de radio comunicado con la dimensión de la mente a través de la **glándula pineal** —el único componente no duplicado en cada hemisferio que Descartes pudo encontrar—.

El dualismo cartesiano dominó durante siglos, y todavía hoy impregna nuestro pensamiento. Pero siempre hubo científicos que sostuvieron que la función de la mente y el cerebro eran la misma. Durante el siglo xlx y principios del xx, muchos de ellos trabajaron incansablemente para producir mapas cerebrales coherentes. La Revolución francesa suministró cabezas frescas para diseccionar; y la primera guerra mundial les propor-

*Ilustración del Traité de l'Homme, de René Descartes, publicado en 1664, en el cual se proponía que la pequeña glándula pineal en forma de pera era el asiento de la conciencia y del alma.*

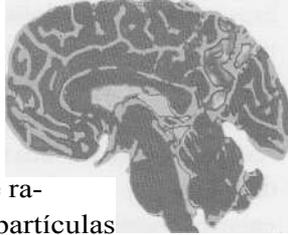


cionó incontables soldados con heridas cerebrales para su estudio. Sin embargo, la cartografía del cerebro cayó en desgracia cuando el neurólogo estadounidense Karl Lashley convenció a la mayoría de sus colegas de que las funciones cognitivas superiores eran el resultado de la **acción en masa** de las neuronas. Y, por lo tanto, no son susceptibles de localización. La psicocirugía sugería que no era necesariamente así. Y hoy, las técnicas de escán del cerebro nos están enseñando el alto grado de precisión con que es posible determinar incluso las más complejas y elaboradas «maquinaciones» del cerebro humano.

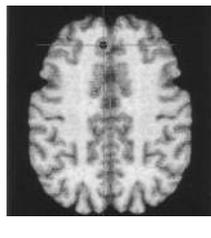
## MÉTODOS DE EXPLORACIÓN

• **Imagen de resonancia****magnética (IRM):**

Se basa en la alineación magnética de partículas atómicas en los tejidos del cuerpo, bombardeadas con ondas de radio. Esto hace que las partículas emitan distintas señales de radio según el tipo de tejido del que se trate. Un elaborado sistema de *software* convierte esta información en una imagen tridimensional de cualquier parte del cuerpo, llamada **tomografía computarizada (TC** en la literatura castellana). Una exploración del cerebro hecha de esta manera se llama corrientemente un *escán*, versión de la palabra inglesa *scanning* (véase la nota del traductor de la página 13). El escán hecho de esta manera parece una radiografía grisácea de tejidos diferentes y claramente delineados.

• **IRM funcional (IRMF):**

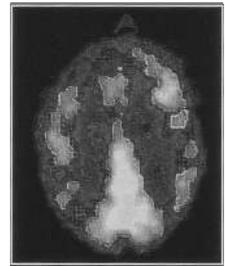
Opera sobre la anterior imagen anatómica, agregándole la demarcación de áreas con intensa actividad cerebral. Se induce el disparo neuronal con la adición de glucosa y oxígeno, normalmente transportados por la sangre. Cuando un área del cerebro «se dispara», estas sustancias fluyen hacia allí y la IRMF hace visibles las áreas donde hay más oxígeno. Los **escanes** (versión corriente de *scanners*) más modernos pueden darnos hasta cuatro imágenes por segundo. El cerebro necesita aproximadamente medio segundo para reaccionar ante el estímulo, de manera que esta rápida técnica de exploración puede enseñar claramente las mareas de actividad de distintas partes del cerebro en el momento en que éste reacciona ante distintos estímulos o se ocupa de



distintas tareas. La IRME está probando ser la técnica de exploración más gratificante. Pero es muy cara y muchas veces los «cartógrafos del cerebro» se ven forzados a compartir una máquina con médicos que tienen necesidades todavía más urgentes que las suyas. Por esta razón, gran parte del trabajo experimental se hace todavía con una técnica más anticuada.

• **Tomografía de emisión de positrones (TEP):**

La TEP llega a un resultado similar al del la IRMF. Si se mide el consumo de combustible identifica las áreas del cerebro que están trabajando más. Las imágenes producidas por la TEP son muy claras —y llamativamente bonitas—, pero no consiguen la alta resolución de la IRMF. Además de la resolución tiene también el serio inconveniente de que es necesario inyectar un marcador radiactivo en la corriente sanguínea.



Aunque la dosis de radiactividad suministrada es mínima, por razones de seguridad normalmente no se permite que un paciente sea sometido a más de una sesión de *escán* por año (en general cada sesión consta de doce escanes separados).

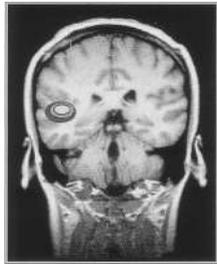
• **Espectrografía próxima mediante rayos infrarrojos (EPRI):**

También produce imágenes basadas en la cantidad de combustible consumida por cada parte del cerebro en un momento determinado. Opera proyectando sobre el cerebro ondas de luz de la zona baja del espectro —los rayos infrarrojos— y mide entonces la cantidad variable que refleja cada área. La EPRI es más barata que la IRMF y no utiliza radiactividad, pero no da, hasta ahora, una imagen clara de lo que pasa en las regiones más profundas del cerebro.

• **Electroencefalografía (EEG):** Mide las ondas cerebrales —los cánones eléctricos generados por las oscilaciones rítmicas de las neuronas—. Estas ondas enseñan cambios característicos según el tipo de actividad cerebral que se esté produciendo. La EEG mide y registra estas ondas recogiendo las señales a través de electrodos aplicados al cráneo. La última versión de la EEG toma referencias de varias docenas de sitios distintos y las compara entre sí, construyendo de ese modo una imagen de la actividad según va variando por el cerebro. La cartografía del cerebro que se realiza a través de los electroencefalogramas suele emplear **potenciales relacionados al evento (PRE)**, lo que simplemente quiere decir que cada espiga eléctrica (un potencial) se ve en relación a un estímulo determinado: una palabra o un contacto, por ejemplo.

• **Magnetoencefalografía (MEG):** Se parece a la EEG en que recoge señales de la oscilación neuronal, pero lo hace registrando el ínfimo pulso magnético que las neuronas emiten, en vez de los potenciales eléctricos. Este método de exploración del cerebro está todavía en pañales. Entre otras limitaciones, las señales son muy débiles y cualquier interferencia las oculta o distorsiona fácilmente. Sin embargo, la técnica tiene una enorme importancia potencial, ya que es más rápida que cualquier otra técnica de exploración y, por lo tanto, puede registrar cambios de la actividad cerebral con más exactitud que la que se consigue con el EEG.

• **Imagen multimodal (IMM):** Se está extendiendo cada vez más. Combina dos o más técnicas diferentes para dar una imagen más completa.



muchos planes para tareas futuras que en cuanto han decidido hacerse se abandonan... un niño en cuanto a su capacidad intelectual y, sin embargo, con las pasiones animales del hombre fuerte». A las señoras se les recomendaba no quedarse cerca de él. La característica de la nueva condición de Gage era su completa incapacidad para controlarse o disciplinarse.<sup>13</sup>

Si la autodeterminación está situada en una parte específica del tejido cerebral, puede deducirse que aquellos que parecen no tenerla, quizás simplemente sean desafortunadas víctimas de un módulo cerebral perezoso. ¿Es razonable entonces culpar a los Phineas Gage de hoy por su comportamiento? ¿Debemos ser incomprensivos con los adictos que no consiguen vencer su vicio? ¿Debemos castigar a los criminales reincidentes?

Los descubrimientos actuales acerca del cerebro están destinados a dar un nuevo soplo de vida a estas viejas polémicas. Si el comportamiento antisocial puede relacionarse con un mal funcionamiento de módulos cerebrales, entonces tal vez deberíamos empezar a investigar la manera de poder «encender» y «apagar» los módulos. Esto no es ciencia ficción: ya se está intentando. Una técnica llamada **Resonancia Magnética Estimulada (IRME)** estimula o inhibe áreas precisas en el cerebro por medio de un poderoso campo magnético. Intentos en varios países han enseñado que puede ayudar a aliviar depresiones, y médicos del Instituto Norteamericano de Enfermedades Neurológicas y Derrame Cerebral lo están probando actualmente en pacientes que sufren trastornos obsesivos compulsivos (TOC), trastornos debidos a estrés postraumático (SEPT) o manía.<sup>14</sup> Trabajos recientes sobre la furia, sobre las psicopatías, o sobre el tipo de comportamiento representado por Phineas Gage, sugieren que estos trastornos podrían ser tratados de la misma manera. Si la idea le pone a uno los pelos de punta, deberíamos pensar un poco en lo que hacemos actualmente con esta gente. ¿Es peor un cambio mental inducido de manera artificial que una temporadita en prisión?

### *Las ventanas de la mente*

El «vídeo de seguridad» que produce determinada marca de escáner de IRME muestra a un hombre

## LOS RÍOS DEL CEREBRO

Los distintos tipos de células segregan distintos neurotransmisores. Cada agente químico del cerebro actúa en lugares bastante específicos, aunque circulen por todas partes y puedan tener efectos muy distintos según donde actúen. Han sido identificados unos cincuenta neurotransmisores distintos, pero los más importantes parecen ser:

- **Dopamina:** Regula los niveles de respuesta en muchas partes del cerebro y es de vital importancia para la motivación física. Cuando los niveles disminuyen seriamente —como en la enfermedad de Parkinson— puede resultar imposible desplazarse a voluntad. La paralización total de la mente (estasis mental) puede estar relacionada con un bajo nivel de dopamina. Los niveles demasiado altos se asocian a la esquizofrenia, y pueden producir alucinaciones. Se cree que los alucinógenos actúan sobre el sistema dopaminérgico.

- **Serotonina:** Es el neurotransmisor cuya actividad potencia el conocido Prozac. Se lo conoce como el agente químico del «bienestar», puesto que, con toda certeza, la serotonina tiene un efecto profundo sobre el estado de ánimo y la ansiedad. Los altos niveles —y la alta sensibilidad a la serotonina— se asocian a la serenidad y al optimismo. Pero también tiene efectos sobre mu-

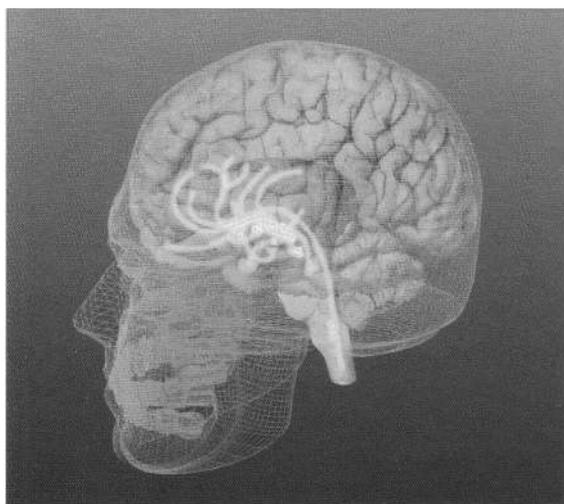
chas otras áreas, incluyendo el sueño, el dolor, el apetito y la presión arterial.

- **Acetilcolina (AC):** Regula la actividad en áreas del cerebro relacionadas con la atención, el aprendizaje y la memoria. La gente que sufre Alzheimer tiene, por lo general, bajos niveles de AC en la corteza cerebral, y los fármacos que aumentan su acción pueden mejorar la memoria en este tipo de pacientes.

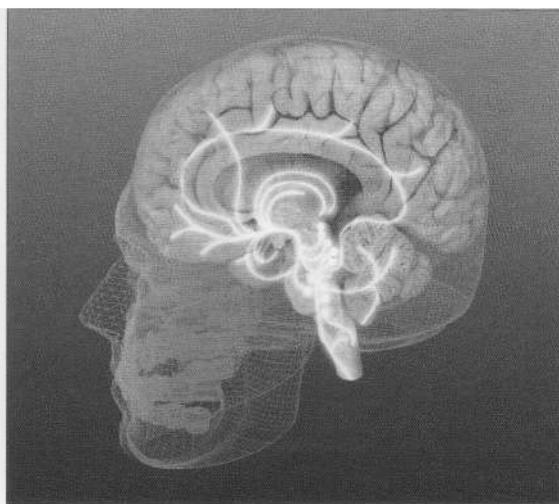
- **Noradrenalina:** Es un agente químico excitatorio que aumenta el nivel de respuesta física y mental y levanta el ánimo. Su producción se concentra en un área del cerebro llamada *locus coeruleus*, que es uno de los candidatos putativos a «centro cerebral del placer».

- **Glutamato:** Es el neurotransmisor excitatorio más importante del cerebro. Es también de vital importancia para la formación de las conexiones entre las neuronas, que son a su vez la base del aprendizaje y de la memoria a largo plazo.

- **Encefalinas y endorfinas:** Son opiáceos endógenos que, como los fármacos de este nombre, regulan el dolor, reducen la tensión nerviosa y favorecen una sensación de «calma marina». También deprimen funciones físicas como la respiración, y pueden causar dependencia.



Vías de la dopamina



Vías de la serotonina

**FLUIDEZ COGNOSCITIVA:  
¿LA RAÍZ DEL RACISMO?**



STEVEN MITHEN  
Catedrático de Arqueología,  
Universidad de Reading

*Steven Mithen es un arqueólogo que ha estudiado la mente como si fuese un fósil viviente. En su libro **The Pre-History of the Mind**, sugiere que la mente evolucionó a través de un proceso de «fluidez cognoscitiva» creciente, lo que le ha dado a los seres humanos su inteligencia única. Aquí Mithen explica cómo se puede haber llegado también al conflicto entre las distintas razas.*

Al principio —hace más de seis millones de años—, la mente estaba dominada por un campo de inteligencia central, un conjunto de normas de aprendizaje y de toma de decisiones de carácter general. La conducta podía modificarse a la luz de la experiencia en cualquier campo del comportamiento, pero el aprendizaje era lento, los errores frecuentes y difícilmente se formaba una conducta compleja. En la segunda fase de su evolución surgieron mentes en las que la inteligencia general se complementaba con múltiples inteligencias especializadas, donde cada campo cognoscitivo se ocupaba de un área concreta de conducta aislada de las demás. El aprendizaje dentro de estos campos era rápido y con un mínimo de errores, y podían adquirirse y modificarse fácilmente pautas de conducta compleja. Pero el pensamiento en las interfases de los campos era mucho más rudimentaria que dentro de un solo campo. Esta inteligencia de campos específicos era común a todas las especies de homínidos hace más de 100.000 años, incluidos el *Homo erectus* y los neanderthales. En su fase final, la mente huma-

na actual del *H. sapiens sapiens*, las múltiples inteligencias especializadas parecen trabajar junto con un flujo de conocimientos e ideas entre los campos de comportamiento. La experiencia adquirida en un campo puede ahora influir en la de otro, dando como resultado una capacidad casi ilimitada para la imaginación. Digo de estas mentes de la tercera fase, con su capacidad para manipular simultáneamente ideas procedentes de distintos campos, que tienen fluidez cognoscitiva, y que es ésta, y de aquí la integración de las inteligencias social y técnica, la que crea la posibilidad de que las personas puedan ser tratadas como objetos físicos, sin derechos o emociones, como ocurre con el racismo.

Los primeros seres humanos, con su mentalidad de navaja multiusos, no podían pensar en otros seres humanos como animales o artefactos. Para los neanderthales, las personas eran personas. Deben de haber carecido, no de la creencia de que otros grupos o individuos tenían mentes distintas de la suya propia, sino de la idea de que otros son «menos que humanos», argumento que constituye el corazón del racismo. Creer que hay diferencias entre los grupos humanos es muy distinto de creer que unos grupos son intrínsecamente inferiores a otros. Para llegar a esta conclusión hay que transferir a la esfera social conceptos sobre manipulación de objetos, a los cuales, desde luego, no les importa cómo son tratados porque no tienen mente en absoluto. Mi razonamiento es que la fluidez cognoscitiva de la mente del hombre proporciona el potencial no sólo para creer que existen distintas razas de seres humanos, sino que algunas de ellas pueden ser inferiores a otras, debido a la mezcla de pensamientos acerca de seres humanos, animales y objetos. No estamos obligados a llegar a esta conclusión, simplemente existe el potencial para que suceda. Desgraciadamente, dicho potencial ha sido repetidamente puesto en práctica en el curso de la historia humana.

Broca tuvo que esperar a que Tan muriera para poder examinar el cerebro y ver cuál era la parte dañada. Hoy los escáner permiten a los neuroinvestigadores localizar tejido lesionado en pacientes vivos. Pero la técnica básica de deducir la actividad normal de un área del cerebro viendo qué pasa en personas que la tienen dañada sigue siendo muy importante.

Otra técnica que cuenta con la consagración de los años es la de estimular directamente distintas áreas del cerebro y observar qué efecto se produce. Ésta fue la manera como aquellos cirujanos de California provocaron tanta diversión en su paciente epiléptica, y encontraron lo que parece ser el módulo (o uno de los módulos) del humor. El neurocirujano canadiense Wilder Penfield fue el pionero de la estimulación directa en la década de los cincuenta. Lo hizo cartografiando extensas regiones de la **corteza cerebral** mediante la implantación de electrodos en los cerebros de cientos de pacientes de epilepsia. Demostró así que el cuerpo entero está representado en la superficie del cerebro, como si estuviera dibujado. La parte que actúa sobre el brazo está al lado de la parte que actúa sobre el codo, y la parte que actúa sobre el codo está al lado de la parte que actúa sobre el antebrazo etc. Pero su más famoso descubrimiento es que la estimulación de determinados puntos en los **lóbulos temporales** producía lo que parecían ser vívidas memorias de infancia o trozos de melodías olvidadas hacía tiempo.

La mayoría de los pacientes contaba que estos recuerdos eran como sueños, pero sueños clarísimos. «Fue como [...] verdaderamente [...] estar a la puerta del colegio», contaba un joven de veintiún años. «Oí a mi madre hablar por teléfono con mi tía, y le decía que viniera esa noche», decía otro. «[...] mi sobrino y mi sobrina estaban de visita en casa, se estaban poniendo el abrigo y los gorros [...] en el comedor [...] mi madre les hablaba. Les hablaba a toda velocidad; tenía prisa».15

Aunque trabajos más recientes señalan una disposición más compleja, se ha interpretado con frecuencia que los descubrimientos de Penfield demuestran que los recuerdos están almacenados en parcelas separadas (**engramas**), a la espera de ser resucitados. Las investigaciones de Steven Rose y

sus colegas en la Open University del Reino Unido sugieren que cada recuerdo es donado, y que cada clon es almacenado en un área sensorial diferente del cerebro: la visual, la auditiva, etcétera. <sup>16</sup> La estimulación de uno de estos clones tal vez dispare de alguna manera a los demás clones, para así crear una experiencia «multimedia» integral. Penfield probablemente estimulaba sólo una faceta sensorial de la memoria, pero provocaba respuesta en muchas.

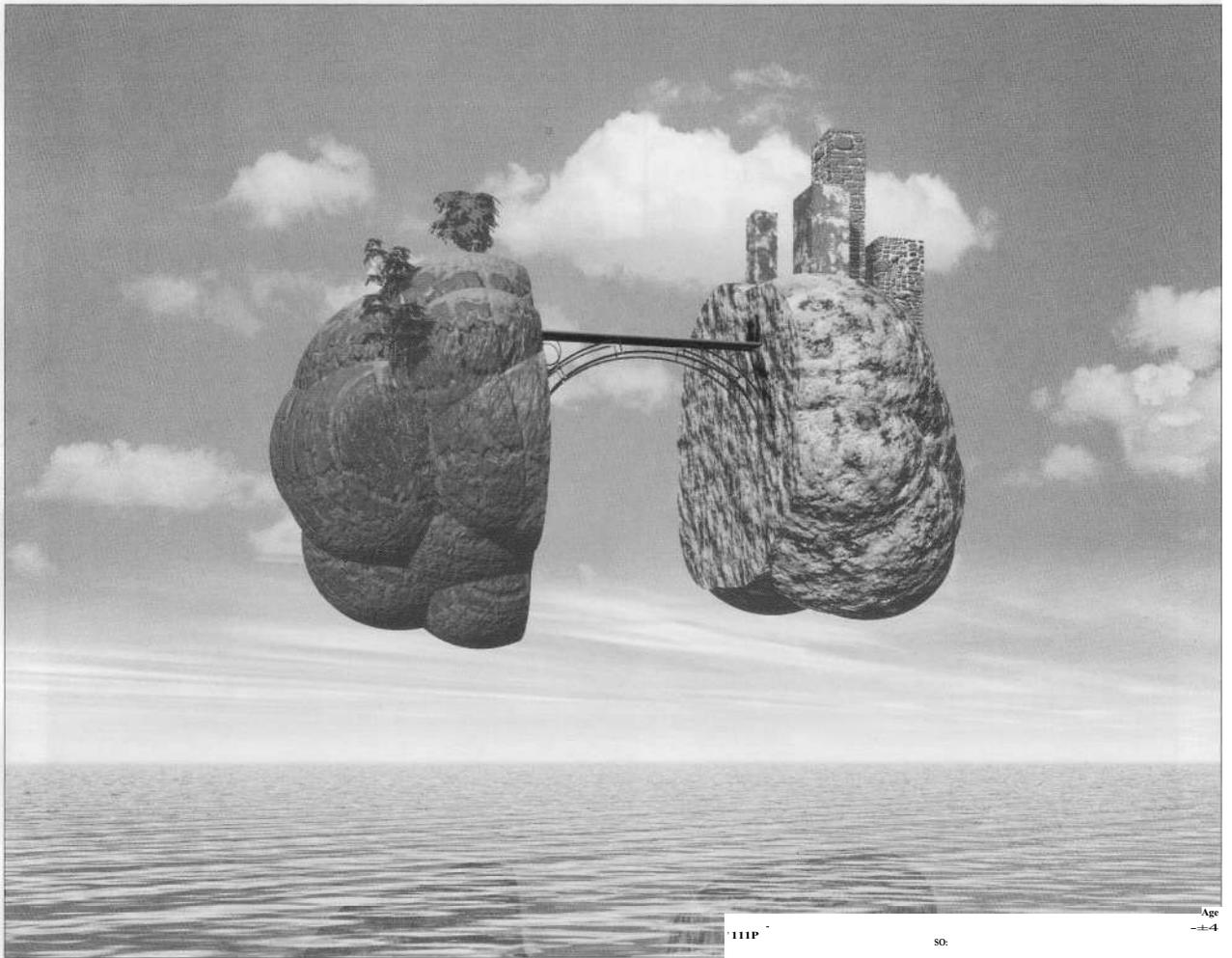
El área estimulada en la paciente risueña tal vez también sea sólo un punto de cruce (un **nodo**) de un módulo cerebral mucho mayor. De hecho, numerosos de los bien delimitados puntos que hoy señalan funciones determinadas pueden resultar ser las puntas expuestas de conglomerados neuronales enterrados —las «puntas del iceberg» de la mente.

También es posible que las áreas que se «enciendan» cuando se ejecuta una determinada tarea mental no sean responsables ellas mismas de la tarea, sino que simplemente están transmitiendo el estímulo a la parte que sí lo es. Se cuenta la historia apócrifa de un científico que aseguraba que las ranas oían por las patas. Cuando se le desafió a demostrarlo, sacó una rana a la que había enseñado a saltar cuando le daba la orden. Una vez que le había enseñado el truco, cogió al animal y le cortó las patas. La puso de nuevo sobre la mesa y le dijo otra vez que saltara. No saltó, naturalmente. «¡Ahí lo tienen!», dijo el científico radiante de entusiasmo. «¿Lo ven? Ya no puede oír mi voz.»

Los cartógrafos del cerebro intentan no caer en esa trampa por todos los medios, pero a veces caen inevitablemente. Según gran cantidad de ellos todavía hay mucho de fiebre del oro en esta ciencia —demasiados investigadores tratando de presentar hipótesis nuevas, en vez de confrontarse con los descubrimientos de los demás—. De todas formas, el terreno se empieza a afirmar. En los últimos dos años se han impuesto normas en los protocolos de escán, lo que ha reducido el número de resultados que son puramente casuales. Y la metodología —sobre todo el problema de diseñar experimentos que no den resultados ambiguos— se ha convertido en una preocupación constante. Los nuevos frenólogos están decididos a que sus descubrimientos, a diferencia de los de Franz Gall, resistan el paso del tiempo.

## CAPÍTULO II

# LA GRAN DIVISIÓN



*El cerebro humano es la unión de dos mentes. Cada uno de sus hemisferios gemelos es el espejo físico del otro, y si se pierde uno de ellos al principio de la vida, el otro puede asumir y cumplir las funciones de los dos. Pero normalmente los dos están conectados por una banda de fibras que transmite un diálogo íntimo y continuo entre ellos. La información que llega a una mitad está disponible para la otra casi instantáneamente, y sus respuestas están en tan perfecta armonía que producen una percepción del mundo en apariencia ininterrumpida y una sola corriente de conciencia.*

*Sin embargo, si separamos estos dos hemisferios, las diferencias entre ellos se hacen evidentes. Cada mitad de un cerebro maduro tiene sus propias fortalezas y debilidades, sus propias maneras de procesar información y sus propias capacidades. Los dos hemisferios pueden incluso existir en dos reinos distintos de la conciencia: son, de hecho, dos individuos diferentes dentro de un mismo cráneo.*

La realidad es que la disposición general coincide bastante con la idea popular. El hemisferio izquierdo es analítico, lógico, preciso y sensible al tiempo. El hemisferio derecho es más soñador, procesa las cosas de manera más holística —en vez de desmenuzarlas—, y tiene más que ver con la percepción sensorial que con el conocimiento abstracto.]

También hay algo de cierto en la idea de que el hemisferio derecho es más emocional que el izquierdo. Es en particular responsable de los sentimientos de miedo, de duelo y de un pesimismo general. Por eso las personas que sufren derrames graves en el hemisferio izquierdo reaccionan con bastante frecuencia como si lo que ha pasado fuera un desastre, aunque las incapacidades que sufren a consecuencia del derrame sean relativamente leves. Lo que parece pasar en estos casos es que el hemisferio izquierdo dañado ya no puede mantener su supremacía, por lo que el hemisferio derecho «inunda» la conciencia con su propia visión pesimista de la vida.

Por el contrario, los pacientes con lesiones graves del hemisferio derecho parecen ser a veces totalmente indiferentes ante el asunto y mantienen un ánimo optimista —como de «qué demonios me importa»— frente a lo que de otra forma podría ser un sufrimiento bastante terrible. En los casos más extremos se niegan del todo a reconocer su discapacidad. Se dice que un juez estadounidense de altísimo rango provocó situaciones muy embarazosas después de sufrir un grave derrame del hemisferio derecho. Insistía en seguir en el juzgado a pesar de haber perdido toda capacidad de evaluar la evidencia con un mínimo de sensatez. Presidía una sala divertidísima y dejaba alegremente en libertad a criminales peligrosos, condenando a veces a cadena perpetua por infracciones menores... Se negó a aceptar el consejo de sus colegas de retirarse, hasta que por fin hubo que despedirlo. Gracias a su lesión del hemisferio derecho, aunque la decisión pareció sorprenderle, la aceptó tan contento y pasó sin transición a disfrutar una jubilación larga y feliz.

Esta sublime indiferencia ante el propio estado lleva a veces a los pacientes con lesiones del hemisferio derecho al extremo de no darse cuenta de que sufren incapacidades tan serias como una pará-

lisis, o incluso una ceguera. A este estado se le conoce como **anosognosia**.

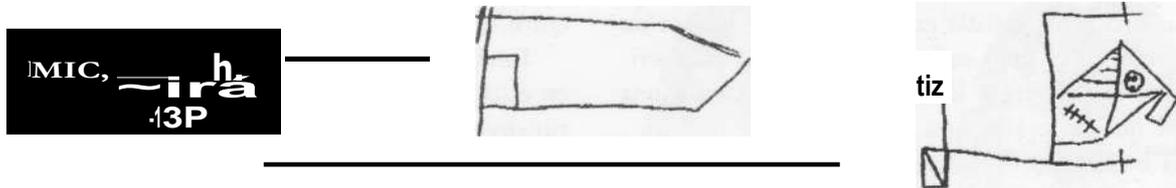
A pesar de la alegría incontenible de un hemisferio izquierdo sin oposición, hace falta la combinación de las dos mitades para producir un sentido del humor refinado. Pensemos en un chiste bastante conocido: un canguro entra en un bar, se sienta y pide una cerveza. Con la boca abierta, el camarero le trae la bebida. «¿Cuánto es?», pregunta el animal. Al recuperarse del susto, el camarero decide averiguar si el canguro es de verdad tan listo como parece. Guiñándole el ojo a los demás clientes, le pide un precio exorbitante. El canguro paga sin rechistar, y el camarero, para no perder prestigio ante sus clientes por el susto que no ha podido disimular, comenta con displicencia: «La verdad es que no vienen muchos canguros por aquí...».

Bien. Imaginemos tres posibles epílogos para proponerle al paciente: *a)* El canguro saca una pistola y mata al camarero. *b)* El hombre sentado a la mesa próxima explica que es ventrílocuo y ha amaestrado al canguro para que beba cerveza. *c)* «No me extraña... —comenta el canguro— al precio que hoy está la cerveza.»

Aunque la opción consecuente con el espíritu del cuento sea obviamente el final *c*, un paciente con una lesión en el hemisferio derecho elegiría con mucha probabilidad la versión más realista: la que a la mayoría de la gente le parecería no tener gracia alguna: la versión *b*. El paciente con lesiones en el hemisferio izquierdo, en cambio, es probable que elija la opción *a*: un final sorpresa fuera de contexto.

La diferencia radica tal vez en que el hemisferio izquierdo crea sensación de jovialidad, y por tanto está listo para reírse casi de cualquier cosa que le propongan; un poco como la chica epiléptica que se reía cuando los cirujanos estimulaban su hemisferio derecho en la mesa de operaciones. Una situación corriente, sin «chispa», puede por tanto ser considerada como un chiste cuando se presenta. El hemisferio derecho es el que capta el chiste, en el cual percibe





A: Se le pidió a pacientes con lesiones en un solo hemisferio cerebral que miraran esta figura y luego la copiaran.

B: Intento típico de un paciente con lesión en el hemisferio izquierdo: el contorno está bien pero se dejan de lado los detalles.

C: El paciente con lesión en el hemisferio derecho, en cambio, dibuja sólo los detalles.

un desplazamiento de la lógica, que es el sello característico del humor convencional. Esto es, una forma suave de efecto de «alerta» sobre algo que en sí mismo no tiene gracia alguna —«aquí hay algo que no cuadra»—. En realidad es una forma suave de miedo. Una persona sólo equipada del hemisferio derecho suele sospechar que cualquier final sorpresivo puede ser un chiste.

La combinación de «alerta del hemisferio derecho y jovialidad del hemisferio izquierdo sigue sin ser suficiente para que las cosas resulten graciosas —el humor necesita también de un significado para funcionar—. Por eso, el ver a una persona de aspecto agradable resbalar sobre la cáscara de un plátano no nos hace gracia, en tanto que ver resbalar a un matón presumido sí hace gracia. El sentido del chiste surge al «tirar de todas las cuerdas», figurarse todas las conexiones posibles, incluido el contexto y lo que se supone y se sabe acerca de nuestros propios prejuicios.

El humor es algo difuso, exigente —suele ser asunto de gustos, y no se capta ni con el más elaborado de los ordenadores, a menos que hayan sido especialmente programados para ello—. En esto, el humor es típico de la clase de funciones que necesitan las dos mitades del cerebro para trabajar. Por el contrario, las funciones más precisas tienden a estar lateralizadas. La orientación de uno mismo en el espacio, por ejemplo, es una actividad muy típica del hemisferio derecho. Y si las partes implicadas (el **hipocampo** derecho y la corteza parietal derecha) están lesionadas, el paciente puede encontrar que se pierde en sitios donde antes se sentía en casa. Uno de estos pacientes no podía encontrar la

puerta de su casa. Cada vez que quería salir se pasaba hasta cinco minutos dando vueltas para salir de su casa, que era bastante pequeña.<sup>2</sup>

Por otro lado,<sup>1</sup> la gente que ha sufrido una lesión en un solo hemisferio se encuentra muchas veces con que sus aptitudes deterioradas mejoran con el tiempo. Esto suele pasar porque el hemisferio sano tiende a tomar a su cargo tareas que normalmente hacía el otro. Lo más probable es que no las haga de la misma manera ni con tanta eficiencia como el otro. Por ejemplo, si la capacidad de llegar de sitio a sitio se ha perdido, el hemisferio izquierdo puede hacer el trabajo valiéndose de sus propias aptitudes —una secuencia de memoria y deducción—. De manera que en vez de simplemente «saber» —como sabía el hemisferio derecho— que la puerta de salida es la tercera después de la cocina, el hemisferio izquierdo se acuerda del hecho y llega hasta la salida contando el número de puertas intermedias. También el reconocimiento de caras familiares es una actividad del hemisferio derecho que a veces se pierde tras una lesión cerebral.

Para reconocer caras no hace falta pensar. Una vez más, como en toda actividad del hemisferio cerebral derecho, es una cosa que, simplemente, «pasa». Si el área del hemisferio derecho responsable de esta capacidad se ha perdido, la única manera que tiene una persona para reconocer a la gente que lo rodea es fijarse conscientemente en los rasgos característicos de esa cara para luego comparar cada una que ve con las anotaciones mentales que ha hecho. Esta técnica imperfecta falla muchas veces, lo cual suele convertir en una pesadilla la asistencia a una reunión social. Un hombre, después de

protagonizar un incidente muy bochornoso al terminar una cena, insistía en que su mujer llevara un lazo rojo en el pelo cada vez que salían, para evitar que él volviera a intentar llevarse a casa a una mujer que no era la suya.

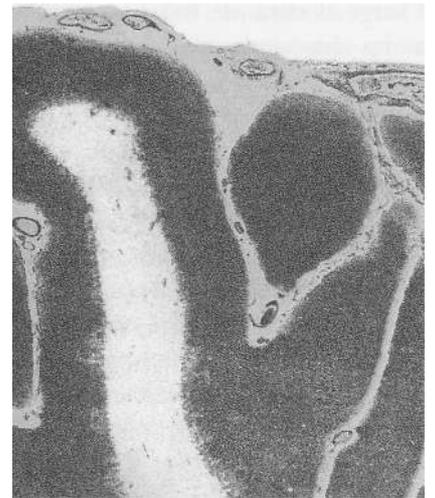
El hemisferio derecho capta globalmente las cosas, en tanto que el hemisferio izquierdo se dedica a los detalles. Otros puntos fuertes del hemisferio derecho son la capacidad de distinguir imágenes camufladas sobre un fondo complejo, o la de reconocer contornos a primera vista. Esta capacidad puede haber sido de importancia para que nuestros ancestros sobrevivieran cuando tenían que cuidarse de sus predadores. Al hemisferio izquierdo, en cambio, le es fácil descomponer esquemas complicados en las partes que los forman. Aunque puede ser una capacidad importante para sobrevivir dentro de la burocracia, en la jungla el hemisferio izquierdo aislado sería incapaz de salir del bosque que forman los árboles y, menos aún, de distinguir a un oso medio escondido que busca algo para cenar.

Casi cualquier función mental en la que se piensa es una función completa o parcialmente lateralizada. No se sabe con exactitud cómo ocurre el fenómeno, pero parece que la información que entra se separa en distintas vías paralelas dentro del cerebro y que, a cada una de estas vías, se le da un tratamiento distinto según la ruta que siga. La información que tiene un interés especial para un lado lo activará con más fuerza que al otro. Esto se ve, literalmente, en el escán. El lado que está a cargo de una función determinada se ilumina más que el lado complementario.

Las tareas que asume cada hemisferio son aquellas que más concuerdan con su manera de funcionar, es decir, según sean trabajos holísticos o analíticos. La clave de las diferencias entre el hemisferio izquierdo y el derecho puede derivar hasta cierto punto de la curiosa diferencia física que existe entre ellos. Si uno abriera los hemisferios encontraría que están hechos de una mezcla de materia gris y blanca. La materia gris está compuesta de cuerpos centrales de células cerebrales y se encuentra fundamentalmente en la corteza, que tiene unos pocos milímetros de espesor. La materia blanca está debajo de la corteza. Está formada por densos haces de **axones**, que son los hilos que salen

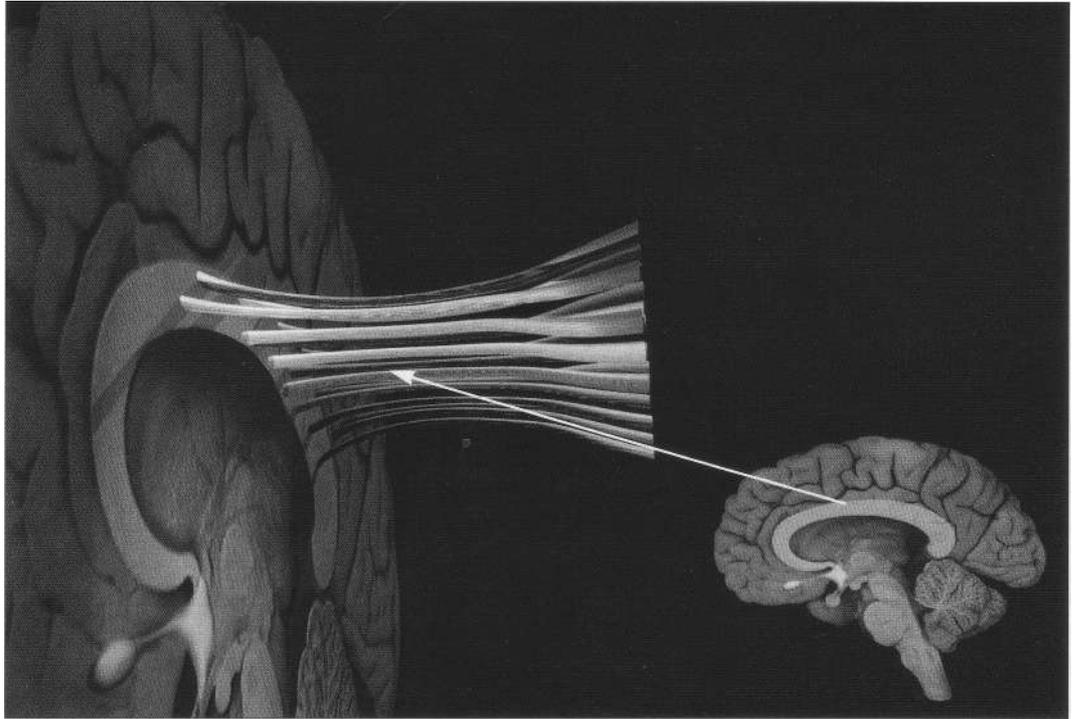
de los cuerpos celulares y transmiten los mensajes entre ellos.

La distribución de materia blanca y materia gris en el cerebro no es totalmente regular —el hemisferio derecho contiene más materia blanca, mientras que el izquierdo posee más materia gris.<sup>3</sup> Esta distinción microscópica es significativa ya que quiere decir que los axones del hemisferio derecho son más largos que los del izquierdo y, por tanto, conectan neuronas que, como promedio, están más lejos unas de otras. El hecho de que las neuronas que cumplen funciones similares o procesan determinados tipos de información tiendan a estar agrupadas sugiere que el hemisferio derecho está mejor equipado que el izquierdo para extraer actividad de varios módulos cerebrales al mismo tiempo. Estas conexiones neuronales de largo recorrido podrían explicar por qué este hemisferio tiende a producir conceptos amplios y polifacéticos pero más bien vagos. Tal vez también ayude al cerebro a integrar los estímulos sensoriales y los emocionales —como conviene que ocurra para captar el arte o para las asociaciones inesperadas que son la base del sentido del humor—. El «pensamiento lateralizado» se apoyaría asimismo en la particular disposición neuronal del cerebro derecho —las prolongaciones laterales de los axones determinan incluso que las frases más bien sean literales que fi-



*Las neuronas densamente apiñadas forman una piel de materia gris en el cerebro, mientras sus axones —los tentáculos que se extienden hacia otras células— aparecen como tejido blanco.*





de ignorar la información que le proporciona la otra parte y tomar una decisión basada por completo en lo que piensa él solo. El resultado puede ser una intranquilidad emocional difícil de explicar. Por su parte, la parte no dominante a veces pasa por alto el control ejecutivo de la otra y lleva adelante una acción basada puramente en su propio instinto. Éste es el tipo de conducta de la que, cuando la recordamos más adelante —en general con vergüenza—, decimos: «No lo hice a propósito: es que no lo pude evitar».

A veces un hemisferio actúa también unilateralmente porque ha recibido toda la información que entra. El **corpo calloso** puede llevar enormes cantidades de información de un lado a otro del cerebro en sólo milisegundos. Pero a veces hay una interrupción durante la que la información se retrasa una milésima de segundo en uno de los hemisferios. Y hay también cierto tipo de informaciones que tienen fuerte preferencia por un hemisferio y son sólo muy débilmente registradas por el otro.

Esta partición del conocimiento la vivimos todos de manera sutil. Los comentarios extraños que se nos escapan, las sensaciones que no podemos explicar, las equivocaciones tontas como confundir un

*El cuerpo calloso es una gruesa banda de axones —unos 80 millones— que conecta las células del cerebro de un hemisferio con las del otro. Los dos lados mantienen una conversación continua a través de este puente neural.*

objeto con otro se consideran tradicionalmente una señal de conflictos internos más profundos. Sin embargo, muchas de estas cosas pueden ser causadas por una comunicación interhemisférica defectuosa o incompleta. Los síntomas que nos llaman la atención son comentarios como: «Hay algo en ella, o en él, o en la decoración, que no me gusta; pero no puedo decir qué es». O: «Sé que lo que ha pasado es horrible, pero no sé por qué». En el primer caso el hemisferio derecho de la persona puede haberse dado cuenta de algo que el hemisferio izquierdo registra sólo débilmente. En el segundo caso el hemisferio izquierdo ha reconocido algo, pero el hemisferio derecho todavía no lo ha asimilado.

No entender una sensación no evita que reaccionemos ante ella. Gran parte del comportamiento humano está basado en barruntos del hemisferio derecho. Vemos millones de cosas pasando a nuestro alrededor minuto a minuto, pero sólo un pe-

queño porcentaje se registra. El resto entra fugazmente a nuestro cerebro, como si fuera el eco de algún tipo de energía, pero no deja ninguna impresión. Es posible que algunas de estas cosas sean lo suficientemente llamativas como para crear una respuesta emocional momentánea en el hemisferio derecho, pero no lo suficientemente importantes como para generar percepción consciente en el izquierdo. Este tipo de estímulos semipercibidos podrían ser responsables de esas repentinas y extrañas irritaciones involuntarias, o de las inexplicables nubecillas de melancolía que la mayoría de la gente siente de cuando en cuando.

Los sutiles cambios de ánimo son algo así como si el hemisferio izquierdo sintiera pereza y por tanto estuviera mandando menos señales inhibitorias de lo normal a su temperamental gemelo. Ésa podría ser una de las razones por las cuales meterse en una actividad propia del hemisferio izquierdo —tales como leer, hablar o incluso hacer la declaración de la renta— alivia muchas veces las ansiedades o depresiones ligeras. Del mismo modo, las sensaciones de angustia podrían disminuir cuando una frenética actividad del hemisferio izquierdo inhibe la respuesta emocional del derecho. La sabiduría corriente sospecha que la recia escuela terapéutica de «hay que llevar adelante lo que se tiene entre manos» es a la larga dañina —algo así como ponerle una tapa a una olla cuyo contenido está fermentando—. En cambio —sobre todo la siempre creciente industria de la psicoterapia y el *counselling* (asesoría o consejería psicológica)—, nos invita a hablar acerca de nuestras emociones como manera de «sacárnoslas de encima».

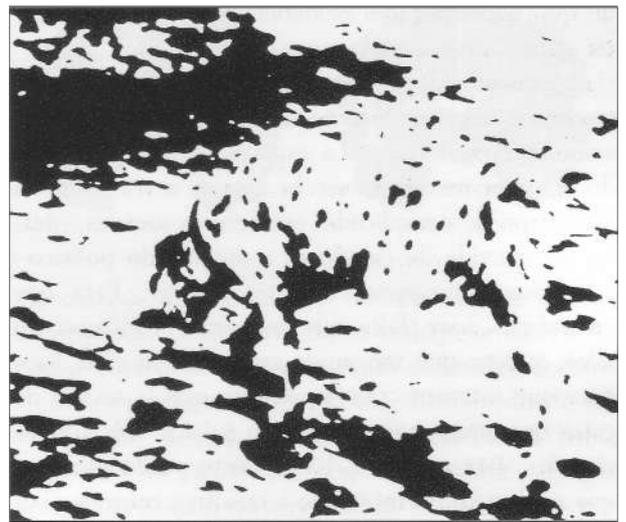
Esta última psicoterapia, en algunas circunstancias, funciona. Pero es probable que no sea porque les da rienda suelta a las emociones, sino porque nos ayuda a elevarlas al nivel cortical, donde pueden ser conscientemente procesadas. Uno de los métodos de tratamiento psicológico de más éxito es el de la **terapia cognoscitiva** que, por definición, implica actividad en el hemisferio izquierdo. Hablar y pensar acerca de nuestras emociones puede darnos control sobre ellas, impidiendo que nos superen. Pero, por otra parte, es muy probable que acaudalar nuestras emociones hasta quedar sumergidos en ellas no haga más que hacerlas más dolorosas —si es que lo

eran desde el principio—. Por ejemplo, el *counselling* puede, después de un trauma, hacer que la gente se sienta peor —sobre todo si la terapia implica simplemente «revivir» la experiencia original—.4

La división entre el hemisferio izquierdo y el derecho aparece muchas veces en nuestras reacciones frente al arte. «Me gusta, pero no sé por qué.» Esto no es necesariamente un comentario inculto —está demostrando simplemente que la obra es apreciada por el hemisferio derecho en vez de ser analizada por el izquierdo—.

La publicidad está a menudo diseñada para explotar las diferencias entre lo fácilmente que se deja impresionar el hemisferio derecho y lo crítico que es el izquierdo. Es en especial probable que los anuncios que usan técnicas visuales en vez de palabras para hacer llegar sus mensajes causen impacto en el hemisferio derecho sin ser registrados necesariamente en el izquierdo. La intención de ese tipo de mensaje es, por supuesto, hacernos comprar cualquier cosa que se esté anunciando. Aunque queramos ver esta acción como el resultado de una decisión racional, en realidad sólo es la satisfacción de un impulso.

Y, por cierto, no nos gusta mucho admitirlo. La idea de que nuestras acciones puedan ser irracionales es particularmente antipática a nuestro hemisfe-



*¿Una colección de manchas sin sentido o un dálmatata rastreando alguna cosa por el suelo? El hemisferio izquierdo sólo ve líneas; el derecho ve al perro.*

rio izquierdo. Una serie de experimentos famososs enseñó que la gente rara vez admite que ha tomado una decisión arbitraria. En uno de los experimentos, por ejemplo, a un grupo de mujeres se le dio a elegir un par de medias de nailon entre una selección de medias. Cuando se les preguntó por qué habían hecho su elección, todas las mujeres dieron razones sensatas y detalladas, aludiendo a ligeras diferencias en los colores, la textura o la calidad. El hecho es que todos los pares eran idénticos. Las «razones» para elegirlos eran en realidad racionalizaciones construidas para explicar un comportamiento inexplicable.

No hace falta tener demasiada imaginación para darse cuenta de cómo un proceso de este tipo puede ser usado para justificar actitudes emocionales o arbitrarias en la vida diaria. Emplear a una persona de un color, por ejemplo, en vez de a otra de otro color. También es fácil ver por qué muchos de nosotros nos sentimos obligados a analizar y explicar nuestro comportamiento y el de lo demás —la afición a buscar explicaciones muy elaboradas acerca de nuestro comportamiento es una «virtud» de la que todos estamos bien dotados—. Este fenómeno podría también dar alguna pista acerca de por qué el psicoanálisis freudiano se convirtió durante casi un siglo en una obsesión entre los círculos sociales que se podían dar el lujo de recurrir a él, a pesar de que no existe casi evidencia alguna de su eficacia como terapia.

La necesidad que tenemos de racionalizar nuestro comportamiento tiene una capacidad de supervivencia considerable. La especie humana ha llegado en gran medida a ser lo que es a través de la formación de complicadas estructuras sociales —desde una partida de cazadores a un partido político— y de hacer funcionar esas estructuras. Para que «marchen» hace falta que tengamos confianza en ellas, y para que tengamos confianza en ellas hace falta que estemos convencidos de que la acción de estas organizaciones se basa en juicios sanos y racionales. Por supuesto, hasta cierto punto sabemos que nos estamos engañando a nosotros mismos. Todos los gobiernos, por ejemplo, en todas las sociedades, tratan de establecer ciertas políticas que son objetivamente irracionales. Sin embargo, ningún miembro de ningún gobierno en ninguna parte ad-

mite jamás que esto sea así. Y no ahora, siempre. Lo que sí hacen es racionalizar su política. Y aunque nosotros nos demos cuenta de que es así, nos gusta que así sea: nos hace sentirnos seguros.

De igual manera, racionalizar nuestros propios actos nos da confianza en nuestra cordura. Se ve en cualquier sitio. Una madre tiene prisa, por ejemplo, y lleva con ella a un niño que se mete en todas partes. Antes o después es bastante probable que se enfade con la criatura, o le dé un azote, o simplemente deje de hacerle caso. Lo hace porque está irritada, preocupada o cansada. En ese momento ella no suele tener conciencia de las causas de sus sentimientos, causas que en todo caso no tienen nada que ver con el niño. Y, sin embargo, a la criatura le toca sufrirlo. ¿Lo reconocerá la madre? Tal vez más tarde —cuando esté de vuelta en casa, relajada, y el niño se haya dormido— reflexione y reconozca que fue un tanto injusta. Pero en aquel momento, cuando el niño lloraba —«¿Por qué me pe-e-e-gas?»—, ella racionalizaba: «Porque has sido torpe, o malo, o desobediente». Si no lo hiciera, tendría que poner en duda su capacidad de hacerse cargo de la situación. Mejor tener una razón para hacer algo —cualquier razón— que no tener razón alguna.

### *El cerebro partido*

**No sé por qué, pero tengo miedo —dijo la mujer—. Estoy como inquieta... Sé que el doctor Gazzaniga me cae bien, pero ahora mismo le tengo un poco de miedo.** Esto fue lo que le dijo la «paciente con el cerebro partido» al investigador. <sup>6</sup>

La paciente, V.P., tenía buenos motivos para sentirse inquieta. Acababa de ver un asesinato de excepcional violencia que había afectado marcadamente su estado de ánimo. El asesinato había ocurrido sólo en una película, y el neurólogo que la estaba estudiando, Michael Gazzaniga, no era el asesino. Pero su paciente no sabía nada de esto. A pesar de que había estado totalmente despierta y atenta durante la película, ahora, por lo visto, no tenía conciencia de haber visto nada, como no fuera un destello de luz. Por lo tanto atribuía las emociones que le habían provocado las imágenes a cualquier cosa que tuviera cerca —incluido al hombre a cargo del experimento—.

## EL ENIGMA DEL ZURDO

Más del 90 % de la gente es diestra. Así ha sido durante toda la historia del ser humano. Tanto los estudios de las herramientas usadas desde la Edad de Piedra, las pinturas hechas por el hombre primitivo en las paredes de las cavernas, como los análisis de fracturas de cráneo de babuinos —que se cree fueron hechas por cazadores humanos—, enseñan que la gran mayoría de la gente usa con preferencia la mano derecha en vez de la izquierda para tareas que requieren cierta habilidad y se pueden hacer con una sola mano.

Ser diestro está estrechamente asociado a la dominancia del hemisferio izquierdo. Pero ¿qué pasa con los 5 a 8 % de personas que usan la mano izquierda? ¿Son la imagen especular de la norma general del cerebro? La respuesta es: no del todo. Mientras un 95 % de los diestros tienen el lenguaje bien instalado en el hemisferio izquierdo, la organización cerebral de los zurdos varía mucho más.

Alrededor del 70 % tiene el lenguaje localizado sólo en el hemisferio izquierdo. Del otro 30 %, la mayoría parece tener el lenguaje localizado en los dos hemisferios.<sup>14</sup>

¿Es patológico ser zurdo? Culturalmente siempre se ha creído que sí. Y en casi todos los idiomas existe un término peyorativo derivado de la palabra «izquierda»,. *Gauche* —izquierda en francés— se usa en inglés como «raro». Y en italiano *amancino* quiere decir «izquierda» y «traicionero». En la Biblia aparece uno de los veredictos condenatorios más impresionantes. En la visión de San Mateo del Juicio Final se dice que Dios pondrá los corderos a la derecha y las cabras a la izquierda, y entonces mandará a los primeros a la vida eterna y a las últimas a las llamas perpetuas.<sup>15</sup>

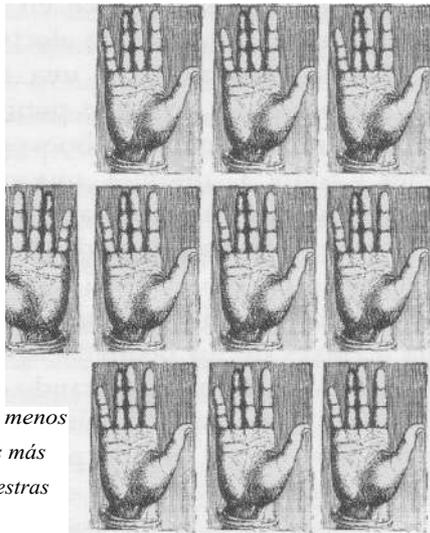
No es sorprendente por tanto que, dada la existencia de estos autorizados prejuicios, muchos padres intenten que sus descendientes

zurdos usen la mano derecha. El hecho de que muchos hayan tenido éxito —y parezcan ahora diestros a pesar de que sus predisposiciones cerebrales están organizadas de otra manera— ha complicado la investigación posterior sobre el tema. Ser zurdo o diestro es algo que está ya muy bien definido cuando el niño nace. En efecto, las primeras señales ya se ven a las quince semanas de gestación,<sup>16</sup> que es cuando la mayoría de los niños empieza a mostrar una clara preferencia por chuparse el dedo derecho.

En nuestros días el consenso acerca de la zurdera es que en algunos casos la determina simplemente la genética, mientras en otros se debe a alteraciones pre o perinatales a causa de las cuales se ha detenido el desarrollo de la dominancia del hemisferio izquierdo —y, por lo tanto, la dominancia de la mano derecha—. La causa puede ser una leve lesión cerebral que afecta al crecimiento del hemisferio izquierdo en un momento crucial. También puede ser el resultado de una apoptosis neuronal defectuosa, o de algunas neuronas que no han conseguido llegar al sitio que les corresponde. Alrededor del 20 % de los gemelos son zurdos, un porcentaje muy superior al de la población en general. Algunos investigadores especulan que muchos zurdos no gemelos —si no todos— son los supervivientes de lo que iba a ser una pareja de gemelos.<sup>17</sup> El cambio de la dominancia cerebral podría haber sido causada por una ligera lesión al competir con el gemelo por los limitados recursos del útero compartido. La muerte del otro gemelo también podría ser el resultado de cualquier trauma o deficiencia uterina.

Existe una apasionante teoría que sostiene que el hecho de ser zurdo está causado por una particular anomalía del desarrollo, anomalía con consecuencias que van mucho más allá del uso de una mano para firmar. Stanley

Coren, profesor de psicología de la Universidad de British Columbia, sostiene haber demostrado que las personas zurdas, como promedio, mueren alrededor de nueve años antes que las que son diestras.<sup>18</sup> Estas conclusiones, de ser ciertas, concuerdan con otras teorías que conectan el hecho de ser zurdo con una variedad de anomalías físicas, muchas de las cuales pueden estar relacionadas con una disfunción del sistema inmunitario del organismo. Entre ellas figuran trastornos y enfermedades como el asma, los trastornos intestinales y tiroideos, la miopía, la dislexia, la jaqueca, el tartamudeo y las alergias.



*Hay por lo menos  
nueve veces más  
personas diestras  
que zurdas.*

mano izquierda iban, como normalmente hacen, hacia el hemisferio derecho. Y allí se quedaban porque faltaba el cuerpo calloso. Pero el hemisferio izquierdo «sabía» que había algo en la mano izquierda, de manera que no tenía más salida que identificarlo adivinando o deduciendo. Y como el hemisferio izquierdo suele ser bueno para las deducciones, lo que hizo fue «calcular» que entre los objetos escondidos había una buena posibilidad de que hubiera un lápiz. De manera que dijo «un lápiz».

Los experimentos de la cuchara y la taza demostraron que el conocimiento de los hechos concretos no viaja entre los hemisferios en un paciente con «cerebro partido». Pero ¿qué pasa con los estímulos emocionales?

El cuerpo calloso es el único canal de información que conecta las áreas corticales de los dos hemisferios —las partes que piensan—. Pero debajo del cuerpo calloso hay un pasadizo más antiguo entre los hemisferios, la **comisura cerebral anterior**. Este tracto conecta las regiones subcorticales profundas del cerebro, conocidas comúnmente como **sistema límbico**. Aquí, en este submundo cerebral, se generan las emociones más primitivas. Allí suenan las sirenas de alarma ante una amenaza, allí se captan las sonrisas falsas, y allí tintinea por primera vez el deseo cuando nos encontramos con una persona atractiva.

Todo esto pasa inconscientemente, pero el sistema límbico está firme y ampliamente conectado con las áreas corticales conscientes de los hemisferios cerebrales por millones de conexiones neuronales de ida y vuelta. Todo cuanto capta el cerebro consciente lo envía hacia el sistema límbico, situado por debajo de la corteza, en el cual —si es de importancia emocional— se elabora una respuesta básica. Esta respuesta básica se manda a su vez de vuelta a los hemisferios cerebrales, y allí se transforma en las complejas sensaciones específicas para cada contexto particular en las que pensamos cuando hablamos de miedo, enojo, vergüenza o amor.

Estas elaboradas expresiones de la emoción no pueden pasar de un hemisferio a otro en un paciente con cerebro partido. Pero las respuestas emocionales básicas generadas en el nivel subcortical sí lo pueden hacer a través de la comisura anterior. La disposición se parece a la de dos ascen-

sores de un edificio de dos torres gemelas que sólo se comunican entre sí a través de un pasillo situado en el sótano.

Michael Gazzaniga, de la Universidad de California, junto a Joseph LeDoux, de la Universidad de Nueva York, pudo demostrarlo por medio de un segundo grupo de pacientes con cerebro partido. Su tarea se benefició del desarrollo de una lente de contacto especial, hecha por otro investigador de cerebro partido, Eran Zaidel. La lente refractaba la luz que entraba al ojo de manera tal que cualquier imagen expuesta llegaba sólo a un lado de la retina. Cuando tenían la lente puesta, los pacientes (con la cabeza mecánicamente inmovilizada) no podían ver los dos campos visuales con un solo ojo aunque involuntariamente hicieran girar los dos. De manera que se le podía hacer llegar información prolongada y detallada a cada hemisferio por separado.

En uno de los experimentos, Gazzaniga y LeDoux le presentaron una serie de cortes de películas al hemisferio derecho de una de sus pacientes de sexo femenino. En uno de ellos una persona echaba a otra al fuego. Como el que estaba recibiendo la imagen era el cerebro derecho, la paciente, V.P., no sabía conscientemente lo que había visto, tal y como antes, en el experimento de Sperry, N.G. tampoco había tenido conciencia de ver la cuchara. «Creo que sólo vi un reflejo blanco, tal vez algunos árboles, árboles rojizos, como en otoño», le dijo V.P. al investigador. «Pero no sé por qué, tengo miedo... Estoy como inquieta. No me gusta esta habitación... O tal vez sea usted el que me está poniendo nerviosa.» Hablando más bajo le dijo al investigador: «Sé que el doctor Gazzaniga me cae bien, pero ahora mismo le tengo un poco de miedo». El mismo

tipo de reacción emocional inconsciente apareció al presentarle al hemisferio derecho imágenes agradables: Gazzaniga y LeDoux observaron que las imágenes de rompientes de olas, de bosques frondosos y cosas por el estilo, generaban en los pacientes sensaciones de calma y serenidad.

A pesar de ser tan mudo como es, el hemisferio derecho es con toda claridad capaz de hacerse sentir por la mente consciente. Pero ¿qué pasa de verdad dentro de ese hemisferio? ¿Es posible que tenga su propia manera de ver las cosas, que tenga sus propias opiniones, hasta su propia personalidad? ¿Qué diría si pudiera hablar?

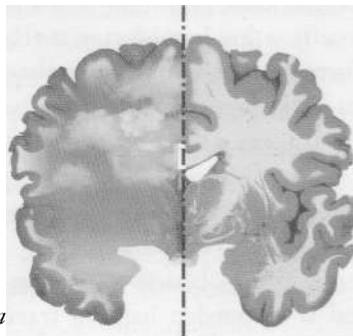
Los pacientes de cerebro partido de Sperry parecían carecer casi por completo de lenguaje en su hemisferio derecho. Pero entre los pacientes con quienes trabajaron Gazzaniga y LeDoux había dos que, contra lo normal, tenían capacidad de lenguaje en el lado derecho y en el lado izquierdo de sus cerebros. Estos pacientes contribuyeron a esclarecer una amplia gama de diferencias entre los dos hemisferios. Uno de ellos aportó el primer mensaje verbal, conocido hasta ahora, emanado exclusivamente por el lado derecho del cerebro. Consistía sólo de dos palabras. Pero, como veremos ahora, demuestra sin duda alguna que «vivir en dos mentes» es algo más que una manera de decir.

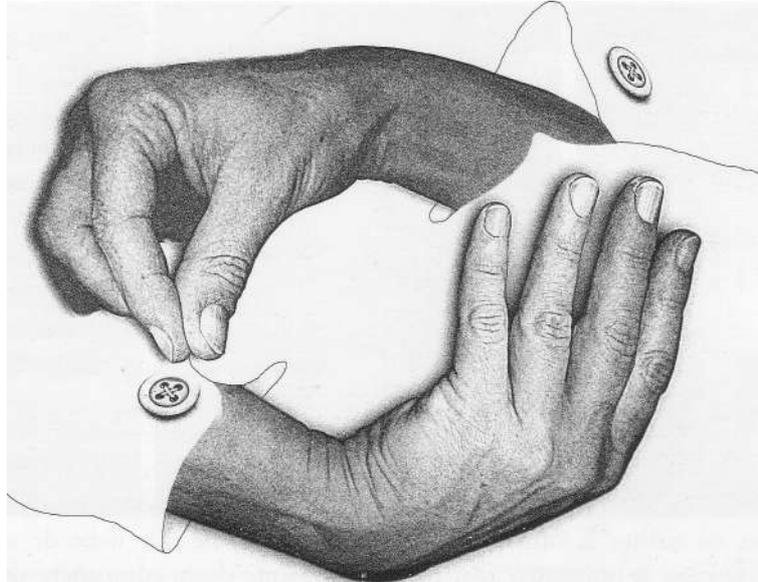
### *Vivir en dos mentes*

**M.P. estaba progresando bien en el intento** por superar su capacidad de efectuar las tareas diarias. Pero al hacer una tortilla su mano izquierda le «ayudó»: poniendo primero en la sartén un par **de huevos más, con cáscara y todo. Y, después, una cebolla sin pelar y un salero.** También había veces **en las que la mano izquierda** impedía, a propósito, que la mano derecha llevara a cabo una tarea. Una vez le pedí que pasara la mano derecha a través de un pequeño agujero. «**No puedo. La otra la está sujetando**», dijo. **La miré y vi que la mano izquierda tenía a la derecha firmemente cogida por la muñeca.** Estudio en pacientes.<sup>8</sup>

Imaginemos la sensación de perder el control de una de nuestras manos. La sensación de ver cómo, sin poder remediarlo, una mano abre los botones de

*Si se le hacen llegar imágenes serenas al hemisferio derecho de un cerebro partido, las imágenes producen una reacción emocional consciente en el sujeto, aunque no tenga conciencia de la existencia de dichas imágenes.*





la camisa que la otra mano acaba de cerrar. O ver que saca cosas que no queremos que saque de los estantes del supermercado y nos las mete en los bolsillos. Todavía peor. Imaginemos que estiramos la mano para acariciar tiernamente a nuestro ser amado, y que llega la otra y le hace un gancho de derecha. Pues todas estas cosas le han pasado a gente cuerda y aparentemente normal. Este tipo de incidente se llama, en el parco lenguaje de los informes médicos, *conflicto entre las manos*. Cuando los investigadores hablan entre ellos lo llaman **manos ajenas**.

Las manos ajenas aparecen en gente que ha sufrido lesiones en una o en las dos áreas cerebrales. A una de estas áreas se la llama **área suplementaria motora** (ASM), y es una tira de corteza que está encima del cerebro y hacia el frente del área que controla el movimiento. La otra área es nuestro conocido cuerpo calloso. Algunos pacientes con manos ajenas —como la mujer con los problemas culinarios citada anteriormente—, han tenido una hemorragia o derrame. Sin embargo, la mayoría de los casos son personas que tienen cerebro partido quirúrgico.

Cada hemisferio tiene control local sobre su propio medio físico. Básicamente, sobre la mitad longitudinal del cuerpo que está del lado opuesto al suyo (algunos nervios de la cara están organizados de manera ligeramente distinta). De modo que, si

uno va a mover la pierna derecha, es el hemisferio izquierdo el que induce el movimiento y viceversa. Sin embargo, el control total está a cargo del hemisferio dominante (normalmente el izquierdo). El hemisferio izquierdo ejerce el control mandando órdenes —sobre todo inhibitorias— al hemisferio derecho a través del cuerpo calloso. Este sistema procura que todo marche bien: en un solo cráneo sólo hay lugar para un solo jefe.

Pero en algunos casos, si interrumpimos la conexión entre los hemisferios, el sistema de comando se viene abajo.

En pacientes con cerebro partido los mensajes inhibitorios no pueden pasar de un hemisferio a otro. Pero la mayor parte de las veces no importa, porque los hemisferios son tan hábiles en sus papeles respectivos, que todo sigue igual. Sin embargo, ocasionalmente el hemisferio no dominante parece decidir que él también debería participar en algo que el otro lado ya está llevando a buen término. Y entonces el hemisferio dominante —que no cuenta con su vía usual de comunicación con el otro— no tiene manera de evitar que actúe. Los dos lados se pueden, por tanto, encontrar de pronto luchando literalmente por el control entre ellos.

Por ejemplo, una mujer a quien se le había dividido quirúrgicamente el cerebro se encontraba con que cada mañana tardaba horas en vestirse por-

que su «mano ajena» no dejaba de tratar de imponerle lo que se debía poner. Una y otra vez elegía prendas del ropero con la mano derecha, pero la mano izquierda se las quitaba de un tirón y elegía otra cosa. Y cuando su mano izquierda había cogido algo ya no lo soltaba. La mujer, claro está, no tenía manera de hacer que la mano izquierda obedeciera a su voluntad consciente. De modo que, o bien se tenía que poner la ropa que sujetaba la mano izquierda, o bien tenía que llamar a alguien para que la ayudara a abrir los dedos. Curiosamente, la ropa elegida por la mano ajena era en general más colorida y llamativa que la que la mujer había querido elegir conscientemente.

Otro paciente tenía una mano que insistía en bajarle los pantalones en cuanto la otra mano se los había subido. Un tercero se encontró con que su mano ajena le desabrochaba la camisa tan pronto como la otra mano se la abrochaba. M.P., la mujer que echaba huevos con cáscara a la tortilla, tenía que buscar medio día libre cuando se iba de viaje porque su mano ajena sacaba sistemáticamente de la maleta cada cosa que metía.<sup>9</sup>

La mayoría de las manos ajenas son nada más que irritantes o cómicas. «Es como tener en la cabeza dos niños traviosos que se pasan el día discutiendo», decía M.P. Pero de vez en cuando las manos ajenas parece como si quisieran hacer más que una simple travesura. Un hombre contaba que había estirado la mano derecha para abrazar a su mujer, cuando vio a su mano izquierda darle un golpe. M.P. también se encontraba con que su mano ajena le impedía tener gestos cariñosos: una mano se acercaba a su marido para abrazarlo mientras la otra lo empujaba hacia atrás.<sup>10</sup>

A pesar de todo, las manos ajenas rara vez hacen nada violento de verdad, y el mundo todavía no ha visto el primer caso de homicidio defendido sobre la base de: «No lo hice yo: fue mi mano». Pero algunas personas con manos ajenas se aterrorizan pensando que podría hacer algo desastroso sin querer. Por ejemplo, un desgraciado paciente tenía miedo de irse a dormir porque pensaba que su mano lo podía estrangular durante la noche."

Alan Parkin, que ha estudiado el fenómeno de la mano ajena durante años, cree que es el resultado de un simple entrecruzamiento de cables en el

cerebro —un problema neurológico— sin significación psicológica alguna.

A pesar de que la explicación de Parkin es elegante, resulta poco satisfactoria desde el punto de vista intuitivo. La idea de que una mano ajena es un emisario de algún nivel más profundo de la mente tiene un atractivo que ninguna aclaración científica puede disipar del todo. Tal vez haya algo de cierto en la noción de que está actuando un *alter ego* pendenciero. Las manos ajenas son casi siempre las del lado izquierdo, de manera que sus acciones son desatadas por el hemisferio derecho. Éste, como hemos visto, es normalmente la parte muda del cerebro, y su incapacidad para comunicarse ha llevado a muchos investigadores a la conclusión de que debe de ser sólo un siervo inconsciente de su compañero dominante, sin la capacidad de formar intenciones o conceptos propios.

Sin embargo, bien podría no ser así. Entre los pacientes de cerebro partido con los que trabajaba Gazzaniga en la Universidad de California había uno, P.S., que tenía capacidad de lenguaje suficiente en el hemisferio derecho para entender frases cortas y palabras sueltas. Lo que es todavía más extraño: podía usar palabras para contestar.

Establecer contacto verbal exclusivamente a través del hemisferio derecho requería un plan experimental muy elaborado. Las preguntas orales, al contrario que las imágenes, no pueden ser mandadas a un hemisferio o al otro ni siquiera en pacientes con cerebro partido. Si se pronuncia una pregunta de la manera usual, el hemisferio izquierdo la «coge» y la contesta, y las palabras no pueden ser transferidas al hemisferio derecho por la sencilla razón de que la conexión oído-cerebro no es fácilmente separable como lo es la conexión ojo-cerebro.

LeDoux y Gazzaniga resolvieron el problema presentándole a P.S. frases orales y preguntas a las cuales les faltaban las palabras clave para permitir que fueran contestadas. Esta información básica era mandada al hemisferio derecho presentando las palabras clave sólo visualmente. Decían, por ejemplo: «Por favor, ¿puede deletrear la palabra ...?», y entonces proyectaban la palabra *escrita* ante el campo visual izquierdo. Tan complicado procedimiento aseguraba que el hemisferio derecho fuera la única mitad que disponía de toda la información necesaria para

## LA MANO AJENA



ALAN J. PARKIN  
*Profesor de Psicología Experimental,*  
*Universidad de Sussex*

*Alan Parkin ha estudiado muchos casos de «mano ajena». Aquí considera una posible explicación de las acciones perversas efectuadas por estos anárquicos miembros.*

Es muy tentador pensar que las travesuras de una mano ajena son la expresión de un inconsciente anárquico dejado en libertad por el bisturí del cirujano.

Esta noción armoniza estupendamente con las concepciones populares de la neurosis: la idea de que bajo nuestra superficie racional yace otro yo travieso e infantil, mantenido bajo control sólo por alguna clase de fuerza policíaca cerebral.

Sin embargo, puede que no sean necesarias floridas explicaciones psicológicas para aclarar por qué las manos ajenas parecen actuar en directa oposición a sus sensatas gemelas. Es posible que, de una manera torpe, estos caprichosos miembros estén en realidad tratando de colaborar.

El **área motora suplementaria** (AMS) —el área que, junto con el cuerpo calloso, está implicada en la mano ajena— entra en acción cuando el cerebro se prepara para ejecutar una acción corporal voluntaria compleja. En realidad no desencadena la acción misma, sino que actúa como director motor, enviando señales de «moverse» a la corteza motora vecina, la cual, a su vez, manda el mensaje de «ponerse en movimiento» a los músculos correspondientes. Como todas las demás partes del cerebro,

las vías del AMS se entrecruzan hacia el hemisferio opuesto: la corteza izquierda controla el lado derecho y viceversa.

Las exploraciones cerebrales que se han realizado (Tanji y Kurata, 1982) indican que, en lo que se considera un cerebro normal, el AMS de ambos lados del cerebro se activa incluso cuando se planea conscientemente una acción que va a ser destinada a un solo lado del cuerpo.

La activación del lado que en realidad no va a moverse es muy débil, pero puede bastar para causar movimiento a menos que se pare. Normalmente, esta inhibición procede del lado del AMS que ha de moverse; éste envía un mensaje a su equivalente del lado opuesto que en la práctica dice: «No sigas... déjame esto a mí». Dado que este mensaje atraviesa el cuerpo calloso, la situación expuesta no se da en pacientes con el cerebro dividido. En consecuencia, ambos AMS envían mensajes de «moverse» a sus respectivos miembros, aun cuando el cerebro consciente planeaba mover sólo uno de ellos.

¿Por qué, entonces, las manos ajenas parecen siempre actuar en contra de la voluntad consciente de una persona en lugar de a su servicio?

Podría ser que las que tan sólo en apariencia son maliciosas travesuras de las manos ajenas no tengan, en el fondo, esta perversa intención en absoluto, sino que su obstinada determinación en deshacer todo lo que hace la otra mano sea tan sólo todo lo que ellas pueden hacer.

Supongamos que hay alguna tarea sencilla que hacer, como abrir una puerta. La mano dominante efectúa debidamente la acción. Entonces la mano ajena —con retraso, como siempre— llega a la escena. La tarea a la que venía a contribuir ya está hecha. Pero la mano «sabe» que ha sido enviada a hacer algo de este tipo y —sin el liderazgo de una mente consciente y pensante— hace lo más próximo a la maniobra de abrir la puerta: la cierra.



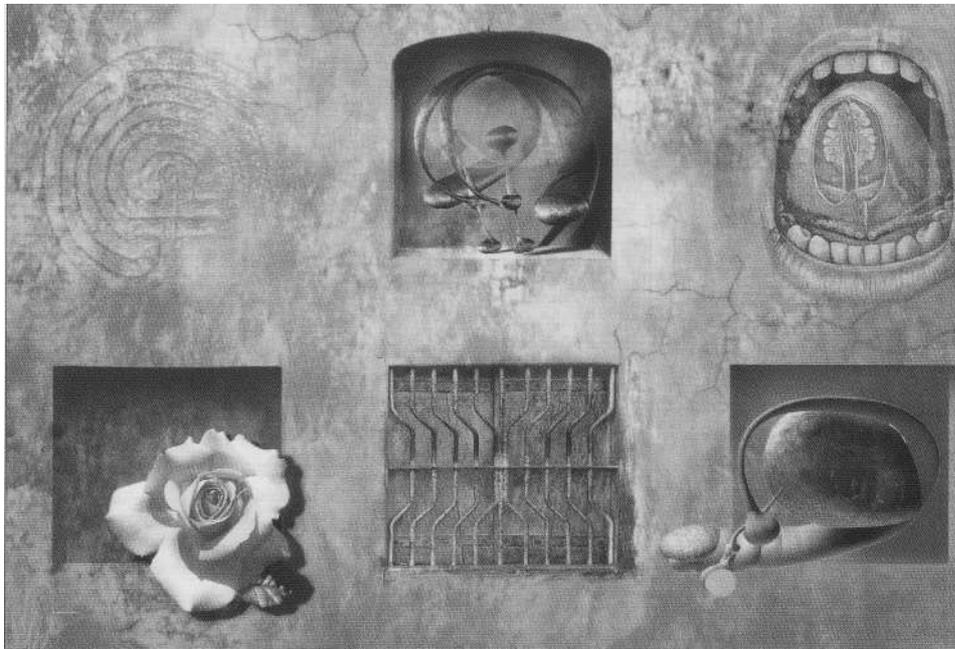
*Las manos ajenas entran en acción cuando el lado no dominante del cerebro toma momentáneamente el control.*

Hay otras interpretaciones posibles. La aparente bifurcación que se observa en la conciencia de pacientes con cerebro partido —y a veces en la nuestra—, bien podría reflejar simplemente una alternancia repetida de conciencia entre un hemisferio y otro —los rodeos de una corriente única y no dos flujos separados—. O también podría ser que existieran muchas corrientes conscientes en cada uno de nosotros, y que la personalidad partida observada en P.S. se debiera simplemente a que, dada su condición, no era capaz de conectarlas.

La noción de un universo paralelo poblado por nuestras mitades —a las que no les queda más remedio que ver cómo corremos por la vida sin hacer caso de sus protestas respectivas— es la explicación más sensacional de todas. Pero Roger Sperry llegó a creer en ella después de observar pacientes con cerebro partido que habían vivido meses en régimen de aislamiento. «Todo cuanto hemos visto indica que la cirugía ha dejado a esta gente con dos mentes distintas —escribía—. Esto es, dos esferas de conciencia separadas.»<sup>13</sup>

# CAPÍTULO III

## BAJO LA SUPERFICIE



*La arquitectura del cerebro es más compleja de lo que sugiere la familiar corteza arrugada. En su núcleo se encuentra un grupo de módulos de extrañas formas conocido en conjunto como sistema límbico. Es la central energética del cerebro, generadora de los apetitos, impulsos, emociones y estados de ánimo que dirigen nuestra conducta. Nuestros pensamientos conscientes son meros moderadores de las fuerzas biológicamente necesarias que surgen de este mundo subterráneo inconsciente; cuando el pensamiento entra en conflicto con la emoción, los circuitos neurales del cerebro prevén que esta última prevalezca.*

Los exabruptos me empezaban en la barriga y **en** uno o dos **segundos** pasaban a todo el cuerpo, hasta llegar **al pecho y** a la boca, la garganta y las cuerdas vocales. Como si estuviera «vomitando verbalmente». Le... **sugerí [al personal del hospital] que el impulso [de gritar obscenidades] podía estar usando parte del circuito del estornudo, ya que las crisis y hasta los pensamientos que los acompañaban desaparecían por completo en cuanto me tapaba la nariz deliberadamente.** Decidieron que no tenía relación alguna... **lo que yo sufría era un problema motivacional, y todo lo que tenía que hacer para que el problema desapareciera era dejar escapar mi furia.** Peter Chadwick, psicólogo antiguo touretter. 1

**1** **AS PERSONAS** con el síndrome de Gines de la Tourette suelen soltar una buena andanada de palabrotas en la calle más poblada. Se tambalean con la cara crispada, hacen una serie de ruidos raros –ladridos, frases desarticuladas u obscenidades– que brotan de la boca. Hay gente que se queda mirándolos; los niños se ríen; de vez en cuando alguien los insulta a ellos. La mayoría de la gente pone cara de preocupación y se aparta de su camino.

Si estos encuentros casuales nos resultan bochornosos a nosotros, intentemos imaginar lo que significan para los propios touretter (los pacientes que sufren el síndrome). La mayoría tiene inteligencia normal o por encima de lo normal, y muchas veces son dolorosamente conscientes de lo ridículos o insultantes que les deben de parecer a los demás. La **coprolalia** (literalmente, lenguaje de excrementos) es en especial doloroso para el paciente, porque provoca que la gente rehúya su contacto. Algunos pueden controlar sus síntomas concentrándose mucho en alguna actividad cerebral –hay alrededor de una docena de touretters que trabajan con bastante éxito como cirujanos–. Sin embargo, cuando dejan de hacer un intenso esfuer-



zo consciente, o si se excitan emocionalmente, los tirones y los tics, los ruidos animales y los insultos que escupen surgen desde el mundo oculto de su inconsciente y salen a luz con fuerza explosiva.

El síndrome de Tourette ya existía mucho antes de que se le diera el nombre del médico francés George Gilles de la Tourette en la última mitad del siglo xix. Varios informes medievales acerca de las personas supuestamente poseídas por el diablo describen los síntomas con claridad. En época más reciente, los psicoanalistas freudianos han hecho uso de este estado como demostración perfecta de lo que pasa cuando se reprime el enfado. «¡Vamos! ¡Ese enfado tiene que salir fuera!» El tratamiento estaba, por tanto, dirigido a esclarecer las raíces del supuesto enfado, o a favorecer que el paciente lo expresara con más franqueza. Esta conducta no daba resultados y muchas veces empeoraba las cosas. Pero no por eso se la abandonó. Se sigue aplicando hasta hoy, como bien pudo comprobar Peter Chadwick.

La base teórica del concepto de «enfado reprimido» en el tratamiento del síndrome de Tourette fue puesta en duda sin vuelta de hoja por el descubrimiento hecho durante los años sesenta de un fármaco que reducía drásticamente los síntomas,

cuando no los eliminaba del todo. Parece que se acopla a los receptores del neurotransmisor **dopamina**. Satura estas «cerraduras químicas» situadas en la superficie de las células (es decir, las moléculas especializadas conocidas como «receptores»), y evita con ello que la dopamina active a las neuronas, lo cual a su vez hace que los tics desaparezcan. Hoy se empieza a reconocer que el síndrome de Tourette es uno más dentro de una amplia gama de desórdenes mentales asociados al mal funcionamiento del complicado sistema (sensible a los cambios químicos), que está a cargo de que sean debidamente atendidas las necesidades que hacen posible nuestra supervivencia.

La función principal del cerebro es mantener vivo y en condiciones de reproducirse al organismo del cual forma parte. Todas sus otras virtudes —la capacidad de apreciar la música, de enamorarse, de elaborar una teoría unificada del universo— parten de esa singular y avasalladora ambición. De manera que no nos debiera sorprender demasiado el que una enorme parte de la estructura y la función cerebral sea usada para asegurar que las partes de su vecino cuerpo hagan cualquier cosa que sea necesaria para conseguir comida, sexo, seguridad y otras necesidades vitales.

Lo logra por medio de un sistema de control muy elaborado parecido al de «la zanahoria atada al palo». Hay tres pasos básicos. Primero, ante un estímulo apropiado, el cerebro crea una necesidad que demanda ser satisfecha. Por ejemplo, si el estímulo es, digamos, un descenso del nivel de glucosa en sangre, la necesidad será el hambre. Si el estímulo es sexual, la necesidad será el apetito sexual. Estímulos más complicados —como el aislamiento social o la separación del entorno familiar— pueden producir impulsos más difíciles de identificar —por ejemplo, el gusto por las reuniones sociales, o el imperioso deseo de volver a casa—. Sea cual sea la forma que adopten, estos impulsos van muchas veces acompañados de una sensación de «vacío». Este vacío puede sentirse como un vacío real —un estómago vacío, por ejemplo— o como algo más vago —un vacío espiritual—. Sea cual sea la sensación, su propósito es siempre el mismo: desencadenar la acción.

En segundo lugar, la acción provista por el primer paso —comer, buscar el acoplamiento sexual,

volver al hogar, relacionarse— es recompensada por sensaciones positivas de placer. Notemos que lo que cuenta es la acción, no solamente la comida, los órganos genitales o el hecho de estar en casa. Una sonda alimentaria nos mantiene con vida pero no nos da el mismo placer que una comida preparada, servida, masticada y tragada. Por eso tantas funciones esenciales son elaborados rituales. Los preparativos de una fiesta, el cortejo que precede al acoplamiento sexual, el viaje de retorno a casa. Todas estas cosas no son sólo preparativos necesarios: son, en sí mismas, lo que hace agradable la vida.

Y, en tercer lugar, cuando se completa una acción, el caudal de placer se reemplaza por una sensación de contento y —fijémonos en la palabra— de «realización».

La mayor parte de las veces este sistema funciona callada y eficazmente, creando ciclos de «deseo-acción-satisfacción» que moldean nuestro comportamiento y constituyen el ritmo básico de nuestra vida diaria. Sentimos hambre cuando nuestros cuerpos necesitan combustible; entonces comemos, cosa que es agradable; entonces nos sentimos saciados —una sensación de serenidad que dura hasta que nuestros cuerpos vuelven a necesitar combustible—. Sin embargo, a veces —la verdad es que con bastante frecuencia— el sistema se viene abajo: o bien nuestras necesidades dejan de provocar las acciones apropiadas, o bien nuestras acciones normales dejan de satisfacerlas.

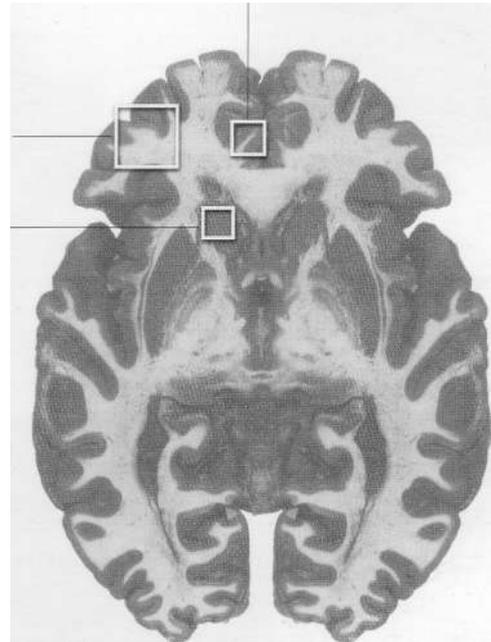
El primer tipo de fracaso del sistema puede ser desastroso. En los peores casos, la capacidad mecánica de hacer las cosas puede perderse, tal como en el mal de Parkinson o en trastornos motores parecidos. Cuando las áreas afectadas son las más altas del cerebro, los resultados pueden ser más sutiles, pero igualmente destructivos para nuestra vida normal. Si una persona pierde el sentido de la necesidad de protegerse a sí mismo, por ejemplo, o si sus tendencias naturales se acentúan volviéndola en extremo ambiciosa —tal vez quiera escalar montañas o ganar competiciones deportivas— se hace temeraria y puede provocar daños graves. Si pierde la necesidad de mantenerse limpia pondrá en peligro su salud. Si el hambre no consigue hacerse sentir o es dominada por un efecto de autonegación consciente, la persona puede llegar a morir de inanición.

A la inversa, si las necesidades de una persona se hacen insaciables, deja de comportarse de forma normal. Las insistentes exigencias del cuerpo la fuerzan a repetir una y otra vez las acciones que una vez le dieron alivio: la comida se engulle; el sexo se busca en cualquier parte. La persona se permite a sí misma rituales de autocomplacencia tales como lavarse las manos sin parar, asegurarse de que la puerta esté cerrada o hablar por hablar hasta el agotamiento. Y, sin embargo, el hambre, el deseo de limpieza o la ansiedad persisten.

Los tics físicos como el de Tourette son un ejemplo de estas tendencias. Las rápidas contracciones musculares involuntarias son reliquias de antiguas capacidades —cada una de ellas es un eco degradado de lo que una vez fue un movimiento de utilidad—. Resultan de andanadas de actividad disparadas desde un área inconsciente del cerebro llamada **putamen**. El putamen es una parte del complejo y entrelazado nudo de núcleos que forman los ganglios basales, situados en la parte profunda del centro del cerebro. Su función es vigilar los movimientos automáticos —aquellos que han sido aprendidos por repetición— y mantenerlos en terso flujo para que el cerebro consciente pueda hacerse cargo de otras cosas más importantes, como decidir la manera de dirigir esos movimientos y aprender otros nuevos. Por ejemplo, si el ciclista tiene experiencia, pedalear en una bicicleta es una actividad controlada por el putamen, mientras los movimientos que hacen falta para aprender un baile nuevo y complicado son controlados por otras áreas del cerebro.

Un informe sobre 135 personas con el síndrome de Tourette llegó a la conclusión de que el 93 % podía identificar «impulsos premonitorios» y que, haciendo un esfuerzo consciente, podían reprimir movimientos que, de otro modo, se hubieran producido.<sup>2</sup> Sin embargo, obstruir un tic de esta manera no consigue terminar con él. Hasta que la necesidad ha sido traducida a movimiento sigue golpeando las paredes de la conciencia, al igual que ocurre con un picor cada vez más intenso que exige ser rascado.

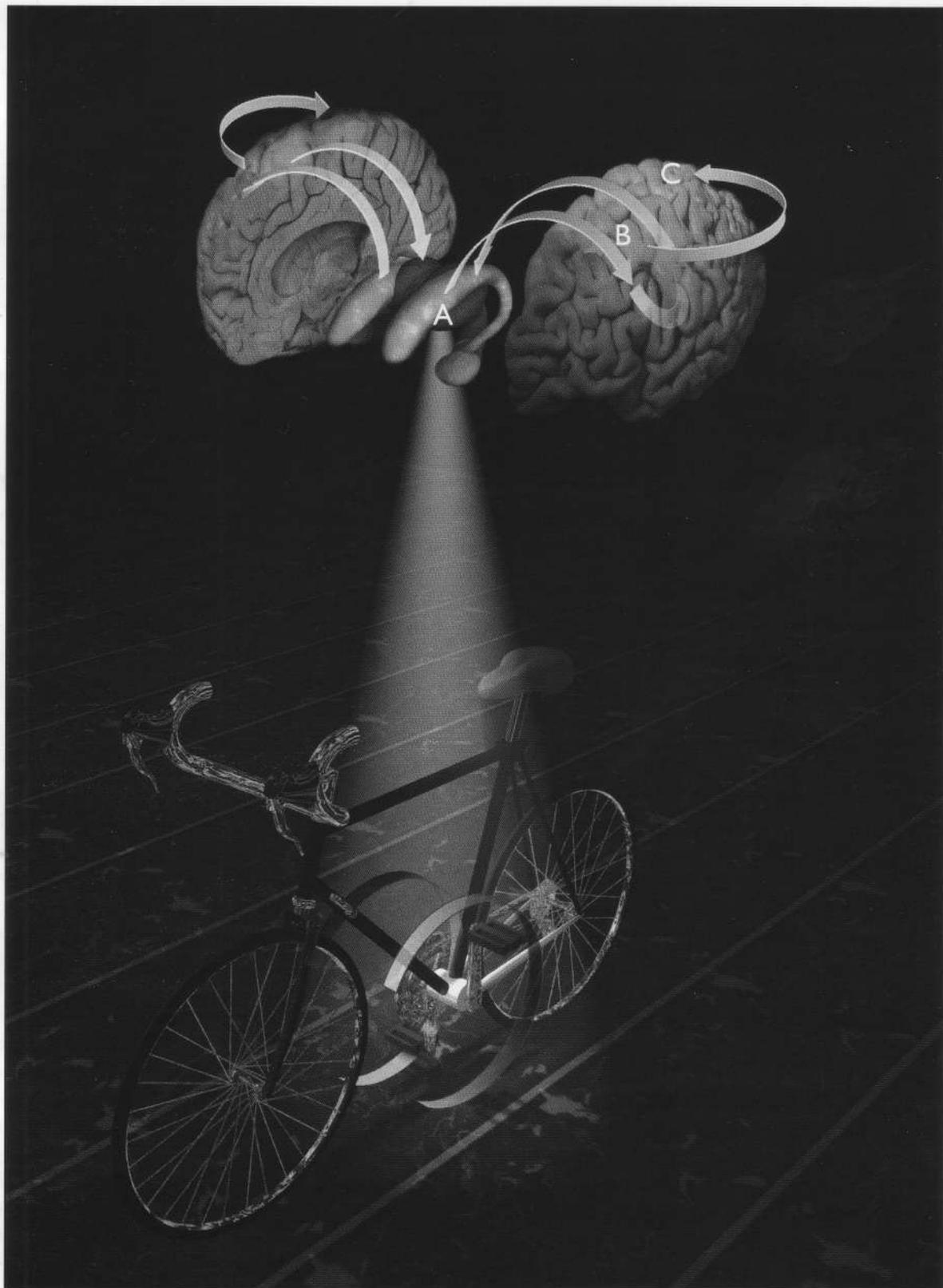
Un hombre que sufre el complicado «ritual» de un tirón de hombro, combinado con la extensión de la mandíbula aproximadamente cada cinco minutos, afirma:



*Los escanes de 50 personas con síndrome de Tourette mostraron una notoria falta de actividad en tres áreas del cerebro, todas ellas en el hemisferio izquierdo. Una era la corteza prefrontal dorsolateral (A), un área que se relaciona a la generación de acciones apropiadas. Otra área era la de los ganglios basales izquierdos (B), relacionados con control automático de los movimientos. La tercera área era la corteza cingular anterior (C), área relacionada con concentrar la atención en las acciones. La falta de actividad en estas áreas permite que «estallen» fragmentos de acciones inapropiadas, es decir, los tics.*

*(Ref.: Moriarty et al «Brain Perfusion abnormalities in Gines de la Tourette's syndrome» British journal of Psychiatry 167 (2): 249-254, agosto de 1995]*

«Lo puedo evitar durante unos cuantos minutos, incluso durante una hora si hace falta. Cuando acabo de conocer a alguien, o si estoy haciendo algo importante, puedo parecer normal durante ese período. Pero cuando dejo de estar presionado, tengo que compensar el exceso de esfuerzo —me suelo encerrar durante diez minutos en el baño para hacerlo—. La gente entonces me dice: "Si lo puedes controlar, ¿por qué no lo dejas de hacer del todo?". Les tengo que explicar: que es como aguantar la

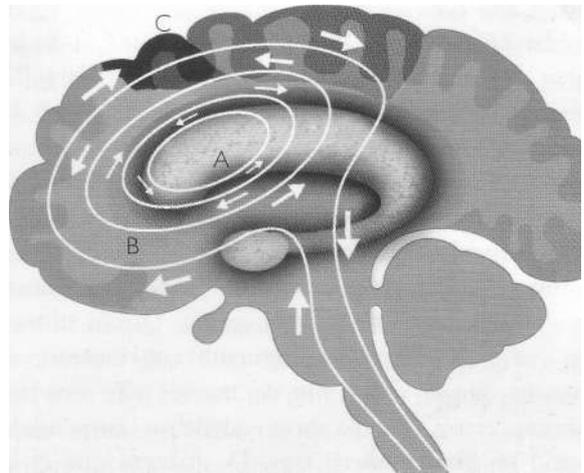


respiración; se puede hacer durante un rato, pero en algún momento vas a tener que respirar. Y cuando lo haces, te quedas agitado por un buen rato.»<sup>3</sup>

Los gritos y las curiosas costumbres vocales de los pacientes con síndrome de Tourette derivan de una hiperactividad en otra parte de la vía alimentada por la dopamina que conecta el cerebro inconsciente con el consciente. Las vías afectadas aquí entran en contacto con las áreas de lenguaje de la zona temporal. Las palabras son como residuos de pequeños fragmentos de frases olvidadas hace mucho tiempo: «Hola, Patsy» era una de las frases que pronunciaba constantemente como tic el cirujano con síndrome de Tourette observado por Oliver Sacks en su libro *Un antropólogo en Marte*. «Feísimo» era otra. Patsy era una antigua novia. Pero el cirujano no sabía por qué ese saludo en particular se había instalado en su cerebro y lo forzaba a pronunciarlo décadas más tarde. El origen de «feísimo» le era del todo desconocido. Quizás alguna vez oyera la palabra en circunstancias que favorecieran que se grabara en su mente, y la repetición reiterada hiciera que quedara como una huella neural intacta, mucho después de que las memorias que la originaron se hubieran borrado de la conciencia.

El síndrome de Tourette —con sus manifestaciones físicas evidentes, y a veces acompañado de comportamientos extravagantes— parece a primera vista no tener absolutamente nada que ver con la callada angustia mental que siente la gente con **trastorno obsesivo-compulsivo (TOC)**. Sin embargo, los dos estados han sido, en tiempos recientes, reconocidos como distintas manifestaciones de la misma alteración biológica de fondo.

*Izquierda: las destrezas motoras corrientes están controladas por el putamen (A), que es parte del sistema límbico inconsciente. Una compleja banda de fibras nerviosas (B) conecta el putamen a la corteza premotora —la parte del cerebro consciente que crea la necesidad de moverse—. Si se estimula el putamen, éste pasa un mensaje a la corteza contigua (C) para que «se entere». La corteza motora instruye entonces a los músculos apropiados para que se contraigan. En el síndrome de Tourette el putamen está hiperactivo y desencadena en momentos inapropiados la acción de fragmentos de capacidades aprendidas mucho antes.*



*Arriba: cuando se enfrenta a la gente con TOC a situaciones en las cuales se siente intranquila, en su cerebro se pone en acción un ciclo de actividad neural. La actividad circula desde el caudado (A) —que desencadena la necesidad de «hacer algo»— a través de la corteza orbital prefrontal (B) —que da la sensación de que «algo anda mal»— y vuelve a través de la corteza cingular (C) —que mantiene fija la atención sobre la sensación de intranquilidad—.*

En el TOC las necesidades se manifiestan de manera más compleja que en el síndrome de Tourette. Las personas con TOC, en vez de verse, por ejemplo, forzadas a gritar una palabra o a mover un miembro determinado, sienten la necesidad de llevar a cabo rituales complicados para calmar una sensación constante de indecisión o duda.

Las rutinas pueden ser puramente mentales o pueden implicar rituales de comportamiento elaborados. Contar números, por ejemplo, es algo bastante corriente. Veamos el siguiente relato de una paciente: «Tengo que contar hasta siete entre cucharada y cucharada de comida. Si alguien me hace una pregunta mientras tengo la comida en la boca, tengo que terminar de contar antes de contestar para poder tragar. Si trato de tragar sin completar la secuencia, me da una arcada. Y si por algún motivo pierdo la cuenta, tengo que escupir la comida, contar hasta siete otra vez, y volver a tomar otra cucharada.»<sup>4</sup>

Otro paciente tiene la fijación del número cuatro. Cada cosa tiene que ser hecha cuatro veces: doblar cuatro veces la colcha de la cama al levantarse, dar cuatro pasos hasta la puerta, cepillarse los dientes en series de cuatro movimientos, etc. Le tiene un horror muy especial a los números impares. Una vez su novia le dijo que le quería. Él no estaba muy seguro de corresponderle, pero las palabras «habían quedado suspendidas en el aire... como si fueran un gran número uno». De manera que le dijo que él también la quería. Quizás su tono de voz no fuera suficientemente convincente, de manera que la chica dijo de nuevo: «Te quiero». Ahora, claro, las palabras quedaban suspendidas como un gran número tres. De manera que él las tuvo que repetir también para que llegaran a cuatro. Entonces la chica sí quedó contenta, y le dijo que se quería casar con él. Esta propuesta provocó una nueva cascada de promesas recíprocas.

Otras compulsiones internas pueden consistir en pensar en un solo tema, excluyendo casi todo lo demás. Volver una vez y otra a conversaciones pasadas. O sentir la necesidad de imaginar que se hace algo terrible, como matar a alguien, por ejemplo. Los pacientes que sufren TOC suelen ser excepcionalmente «buenos» en el sentido de que hacen lo imposible por evitar hacer algo mal. Muchas veces están obsesionados con la moral y son en extremo honestos. La necesidad de ser sincero puede llegar a límites absurdos, como con este paciente: «Si estuviera hablando y mencionara que he visto a alguien con un vestido rojo, en cuanto lo hubiera dicho empezaría a pensar: ¿Era realmente rojo? ¿No podría haber sido de otro color? Una vez que la idea de haber mentido se me hubiera metido en la cabeza, aunque no tuviera la menor importancia de qué color fuera el vestido, empezaría a pensar: qué será mejor, ¿confesar que estaba equivocado en el color que he dicho, o vivir con la culpa? De manera que intento evitar decir nada que pueda no ser preciso. Por eso, antes de decir cualquier cosa empiezo siempre con "creo", o "estoy casi seguro", o "es posible". Es una especie de ritual —una manera de estar seguro de que no puedo de ninguna manera decir una mentira».6

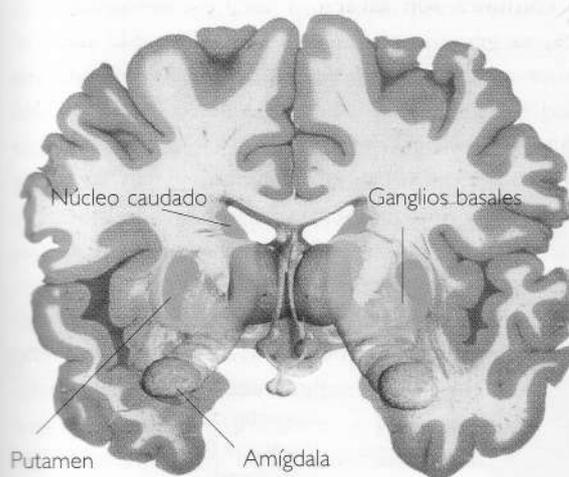
Los comportamientos asociados con el TOC son más o menos los mismos en todo el mundo. Los

más comunes son lavarse y asegurarse de algo. A veces, la gente que necesita lavarse puede hacerlo hasta arrancarse la piel de la manos a fuerza de re-fregarlas con agua y jabón. La gente que necesita asegurarse de algo se puede encontrar con que la actividad les consume prácticamente todo su tiempo. Un paciente que sentía la necesidad de asegurarse de que no había atropellado a nadie con el coche en cada viaje que hacía, tenía que levantarse al alba para tener tiempo de revisar el camino al trabajo dos o tres veces, buscando rastros de accidentes. El viaje a casa lo repetía también de la misma manera. Y aun así, se preguntaba todo el día y toda la noche si en su minuciosa revisión del camino no se le habría pasado por alto algún cuerpo atropellado en la cuneta.?

La **hipocondria** (necesidad de vigilar constantemente síntomas de enfermedades físicas) y el **trastorno de dismorfia corporal** (convicción de que hay algo mal en la propia apariencia corporal) son variaciones de lo mismo. También se cree que el TOC es la causa de alrededor de la mitad de los casos registrados de estiramiento compulsivo del pelo.

Estos tics mentales y de comportamiento son, igual que las contracciones físicas que se observan en el síndrome de Tourette, fragmentos de mecanismos automáticos potencialmente útiles y genéticamente programados. No son memorias personales recogidas durante el tiempo de vida de una persona, sino aquellas que están incorporadas en las especies a modo de instintos. El instinto de mantenerse limpio; el de revisar el entorno sin cesar en busca de cualquier signo adverso; el de la necesidad de mantener orden y equilibrio: todas estas cosas forman la base de la supervivencia. En el TOC se han salido, simplemente, de la superestructura de la supervivencia, y dan la sensación de hábitos aislados, inapropiados y exagerados.

Igual que en el síndrome de Tourette, parece suceder que una vía neural determinada está hiperactiva. En este caso es una vía que va desde el lóbulo frontal (incluida el área premotora) hasta otra parte de los ganglios basales: el **núcleo caudado**. El núcleo caudado está conectado al putamen, y en el embrión se desarrollan como una sola estructura. La diferencia principal entre ellos es que mientras el putamen está conectado sobre todo con la



*El núcleo caudado está estrechamente conectado con la amígdala, la cual hace surgir las sensaciones de miedo. En el TOC, el efecto de aviso de la actividad del núcleo caudado podría explicar en parte por qué la gente con este trastorno sufre tal ansiedad.*

corteza premotora, el núcleo caudado está en contacto con los lóbulos frontales, donde se piensa, se evalúa y se hacen planes —las tres formas más altas del conocimiento—. En un cerebro normal, el núcleo caudado se ocupa de ciertos aspectos del pensamiento automático, de la misma manera que el putamen se ocupa de los movimientos automáticos. El núcleo caudado es la parte del cerebro que nos empuja a lavarnos automáticamente cuando estamos sucios, que nos recuerda revisar si las puertas están cerradas antes de dejar la casa, y la que nos pone sobre aviso y fija nuestra atención sobre cualquier cosa que esté fuera de lugar.

El núcleo caudado hace todo esto activando un área determinada del lóbulo frontal —un punto de la corteza orbital, el área del lóbulo frontal que está justo por encima de los ojos—. Ésta es la zona que se pone en marcha cuando pasa algo inesperado. La identificó por primera vez el profesor E.T. Rolls, de la Universidad de Oxford, mediante estudios hechos en monos. Se les enseñaron luces verdes y azules a los animales. Se los entrenó para asociar la luz azul con la recompensa de un jugo de fruta la luz verde con una bebida salada. Una vez que

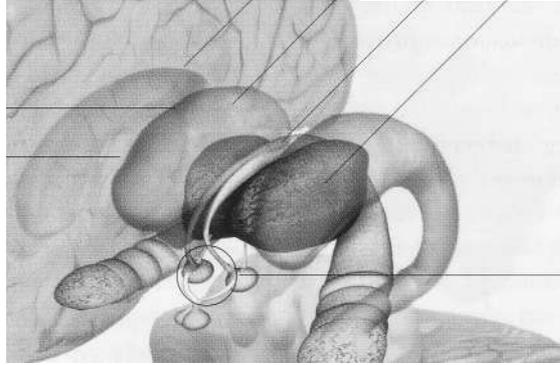
habían entendido la conexión entre azul-jugo y verde-sal, se intercambiaron las bebidas. Sin transición, los monos recibían una bebida salada cuando veían la luz azul. Si eso sucedía, se excitaba un área del cerebro que hasta ese momento había estado «silenciosa». Las neuronas de la corteza orbital que se excitaban no estaban respondiendo simplemente al sabor salado de la bebida: la discriminación del sabor y la simple reacción de «¡Aj!» ocurren en otra parte del cerebro. Esta área particular se activaba claramente por el descubrimiento de que algo en su entorno no iba bien. Era una reacción de «¡Eh!, aquí pasa algo raro» —un dispositivo creado para detectar errores—. Una vez que los monos se acostumbraron a que les dieran de vez en cuando la bebida salada en vez del jugo de frutas, la reacción desapareció.

Desde entonces, los escanes del cerebro humano han mostrado que esta área es especialmente activa en personas con TOC. Cuando se le dice a una persona con la compulsión de lavarse las manos que se imagine estar en un sitio muy sucio, su núcleo caudado y su corteza orbital frontal se disparan una barbaridad. Un área emplazada en el medio del cerebro —el **cíngulo cortical**— también responde intensamente. Esta es la parte del cerebro que registra las emociones conscientes, y el hecho de que esté implicada demuestra el malestar emocional que genera el TOC.

Sólo podríamos generar un canon de actividad cerebral similar en una persona normal convencién-dola de que pensara, concentrándose mucho, en un gran desastre —por ejemplo, ver quemarse su casa con la familia dentro—. Una vez que estas fantasías han sido provocadas por los investigadores en un paciente con TOC, cuando se le dice que puede relajarse ya y olvidarse de estas horribles ideas, su núcleo caudado y su corteza orbital frontal siguen «encendidas» bastante tiempo. Da lo mismo que tanto el laboratorio como sus manos estén relucientes y limpias: la idea de que están contaminados no los deja tranquilos. Una vez que hayan dejado el escáner y se hayan ido a lavar, es posible que la sensación disminuya. En ese momento tal vez el escáner demuestre poca actividad en el núcleo caudado o en la corteza orbital frontal. Pero en poco tiempo el circuito empezará a encenderse de nuevo y la ne-

El TOC se asocia a la hiperactividad en el núcleo caudado —

Los tics se generan por corrientes de actividad en el putamen



La insatisfacción podría surgir a raíz de niveles bajos de dopamina

Los trastornos de la alimentación podrían deberse a fallos en el hipotálamo

cesidad de lavarse volverá a surgir. Por alguna razón, el mecanismo de detectar errores se ha quedado trabado en estado de alerta, y sea cual sea el número de veces que se ejecute la acción apropiada para apagarlo, la alarma sigue sonando.

El TOC se diagnostica cuando las obsesiones y las compulsiones son tan graves que interfieren con la vida normal. Aproximadamente tres de cada cien personas llegan a este estado —una proporción que parece ser bastante constante en todos los lugares en los que existen estadísticas disponibles—. <sup>8</sup> Pero no hace falta tener TOC para tener la sensación de que nada en el mundo anda demasiado bien. La gente que siempre está limpiando y ordenando su casa, la que nunca se puede relajar a menos que haya comprobado dos y tres veces que las puertas están cerradas con llave antes de irse a la cama, la gente que después de hacerse muchas revisiones médicas sigue preocupada con la idea de que puede tener una enfermedad terminal; toda esta gente puede tener la mala suerte de un sistema de detec-

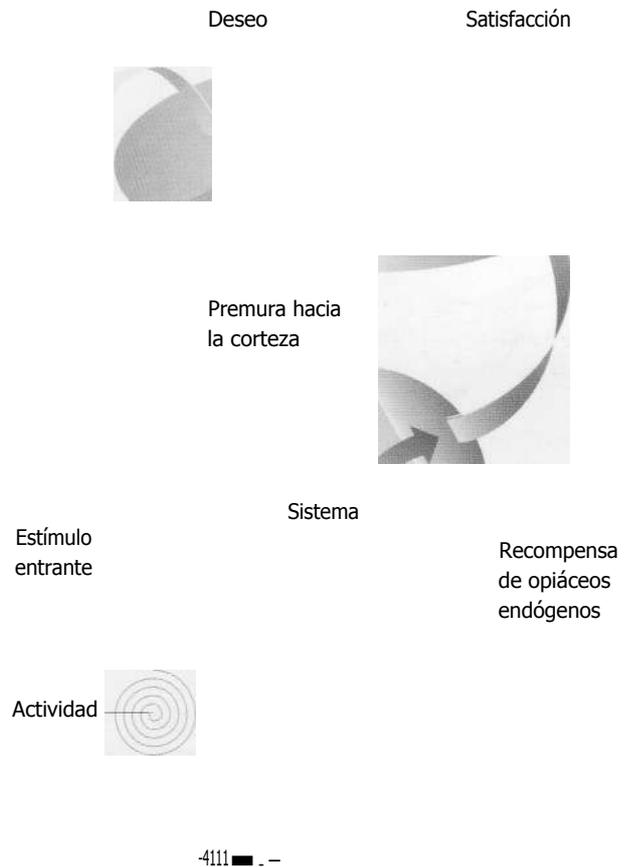
ción de errores hiperactivo, un circuito nervioso que se enciende muy fácilmente y se queda encendido mucho tiempo.

Lo mismo le puede pasar a la persona que se preocupa demasiado de la impresión que pueda estar causando a los demás. Y así como la compulsión de lavarse y de revisar las puertas nace de la necesidad de sentir seguridad física, el miedo sobre el propio comportamiento social puede nacer de la necesidad de sentir seguridad dentro de un grupo. Esta forma de obsesión puede consistir, por ejemplo, en volver una y otra vez sobre el tema de conversación, en analizar lo que se ha dicho o no se ha dicho, o en preocuparse por cada imaginaria, o no intencionada, desatención. La necesidad de hacer las cosas bien hasta la exageración o de cumplir rituales con exceso de celo puede favorecer que mucha gente que sufre TOC se vuelque por entero hacia la religión convencional, o hacia sectas en las cuales la necesidad de seguridad se sacia por la sensación de pertenecer a un grupo social con una serie

de valores tan estrictos que dejan poco espacio para la duda. El síndrome de Tourette puede tener expresiones menores incluso en personas normales: los que aspiran frecuente y enérgicamente por la nariz como para oler, los que parpadean de continuo, las chicas que se quitan continuamente de la cara un pelo imaginario... ¿Son acciones provocadas por espasmos de actividad neural en el putamen?

De la misma manera, alguna gente parece vivir siempre sujeta a apetitos que parecen insaciables. Nunca les basta nada de lo que sea el objeto de su adicción: el sexo, la comida, el riesgo o las drogas. Los genetistas estadounidenses Kenneth Blum y David Comings han bautizado como **síndrome de déficit de recompensa** tal tipo de ansiedad, y proponen que un extraordinario número de trastornos podría agruparse dentro de este espectro. Depende de qué parte del sistema de recompensa —y, por tanto, qué parte del cerebro— esté más afectada, que las personas puedan mostrar desde una angustia leve, hasta irritabilidad, gusto por el riesgo, trastornos en los hábitos de alimentación, o necesidad compulsiva de comprar, de jugar al azar, o de tomar drogas o alcohol.<sup>9</sup> Como el nombre indica, la gente con síndrome de déficit de recompensa es incapaz de obtener satisfacción en la vida: algo en la manera de funcionar de sus cerebros les impide saciar sus apetitos.

Este tipo de descontento está muy extendido. Algunos informes han llegado a la conclusión de que una de cada cuatro personas sufre alguno de los estados incluidos por Blum y Comings en el síndrome de déficit de recompensa.<sup>10</sup> Muchos de esos estados son difíciles de tratar porque implican al cerebro en todos sus niveles. Aunque todas las necesidades están, en última instancia, conectadas con necesidades físicas, algunas provocan comportamientos muy complejos que pueden convertirse ellos mismos en una necesidad. La necesidad de comer, por ejemplo, puede desencadenar una línea de comportamiento muy elaborada. No sólo buscar comida, sino elegirla cuidadosamente y convertirla en un plato complicado. Según la experiencia de esta autora, una vez que se ha disfrutado el placer del helado de *chips* de chocolate, galleta y yogur hace falta muy poco estímulo para provocar un paseíto a la nevera. Por lo tanto, el impulso está tan



*El cerebro usa el sistema de la zanahoria atada al palo para asegurar que persigamos y consigamos las cosas que necesitamos para sobrevivir. Un estímulo exterior (la vista de alimentos, por ejemplo) o venido desde el cuerpo (como la caída del nivel de glucosa) es captado por el sistema límbico, el cual genera una necesidad que se registra a su vez como deseo consciente. La corteza instruye entonces al cuerpo para que actúe de la manera apropiada y consiga su deseo. La actividad manda de vuelta mensajes al sistema límbico, que libera neurotransmisores opiáceos que elevan los niveles de dopamina circulante y generan sensación de bienestar.*

relacionado con la más mecánica de las funciones cerebrales —el control del nivel de glucosa en sangre en el caso de los seres humanos— como con las más complejas. En términos físicos, esto quiere decir que está implicado el cerebro entero: desde el tronco cerebral hasta la corteza frontal.

Este complicado sistema ha evolucionado a través de millones de años, y ha funcionado bastante bien hasta hace poco. En el antiguo mundo en el que los recursos eran escasos, la recompensa que el sistema proporcionaba, tanto en cuanto al placer que se buscaba como en cuanto al objetivo en sí —es decir, el alimento—, aseguraba que el sujeto cazara o labrara prolongada y duramente para conseguir el alimento que le permitiera sobrevivir. Sin embargo, el problema de la evolución es que no le puede seguir el paso a la inventiva humana. Hoy logramos nuestra cena con sólo quitarle una lámina de celofán a una chuleta lista para meter en el horno, sin tener que correr tras el jabalí para matarlo. No es sorprendente que nuestros insignificantes logros nos den tan poca satisfacción.

A medida que va tomando forma el mapa del cerebro, empezamos a ver dónde y cómo sería posible alterar su arquitectura y su función de manera que la organización a la que actualmente ha llegado en su evolución nos sirva mejor de lo que nos sirve. Las compañías farmacéuticas ya están invirtiendo grandes cantidades de dinero en desarrollar fármacos que moderen los comportamientos dictados por los impulsos. Por lo general intentan actuar sobre los neurotransmisores. La farmacología del comportamiento ya es una categoría vocacional reconocida.

Detrás de los fármacos viene la ingeniería genética. El sistema que en un momento dado nos sirvió tan bien está cifrado dentro de nuestros genes y, para principios del siglo xxi, probablemente tendremos los suficientes conocimientos y la técnica necesaria para retorcer esos genes de manera que produzcan un cerebro mejor adaptado a su tiempo.

Blum y Comings sostienen que ya han identificado un candidato para empezar a manipular la genética. Se llama el **alelo** D2R2 (un *alelo* es una variante de un gen normal) y se le encuentra en el 50 al 80 % de los alcohólicos, los drogadictos, los comilones y los jugadores compulsivos. El gen D2R2 impide que la dopamina se acople a las células en la vía de recompensa, de manera que se reduce la corriente de placer que normalmente desata este neurotransmisor al liberarse. Por tanto, la gente que tiene este gen siente la necesidad de consumir (o hacer) más y más cosas de las que en

general se satisfacen mediante la liberación de dopamina, sin conseguir saciarse. Según Blum y Comings, este «hambre de dopamina» es la que genera la mayoría de los comportamientos neuróticos y autodestructivos que se achacan a nuestra sociedad. Si están en lo cierto, un poco de prudente ingeniería en una porcioncilla aislada del genoma humano podría evitar inmensas cantidades de sufrimiento, enfermedades y muertes prematuras. Muchas personas se resisten instintivamente a la idea de reinventar la especie de esta manera, les parece que es hacerle trampas a la naturaleza o jugar a ser Dios. Existen peligros, sin duda. Desde la historia del monstruo de Frankenstein hasta la aparición de la resistencia a los antibióticos. Las posibles consecuencias de la arrogancia científica hay que anunciarlas con letreros luminosos.

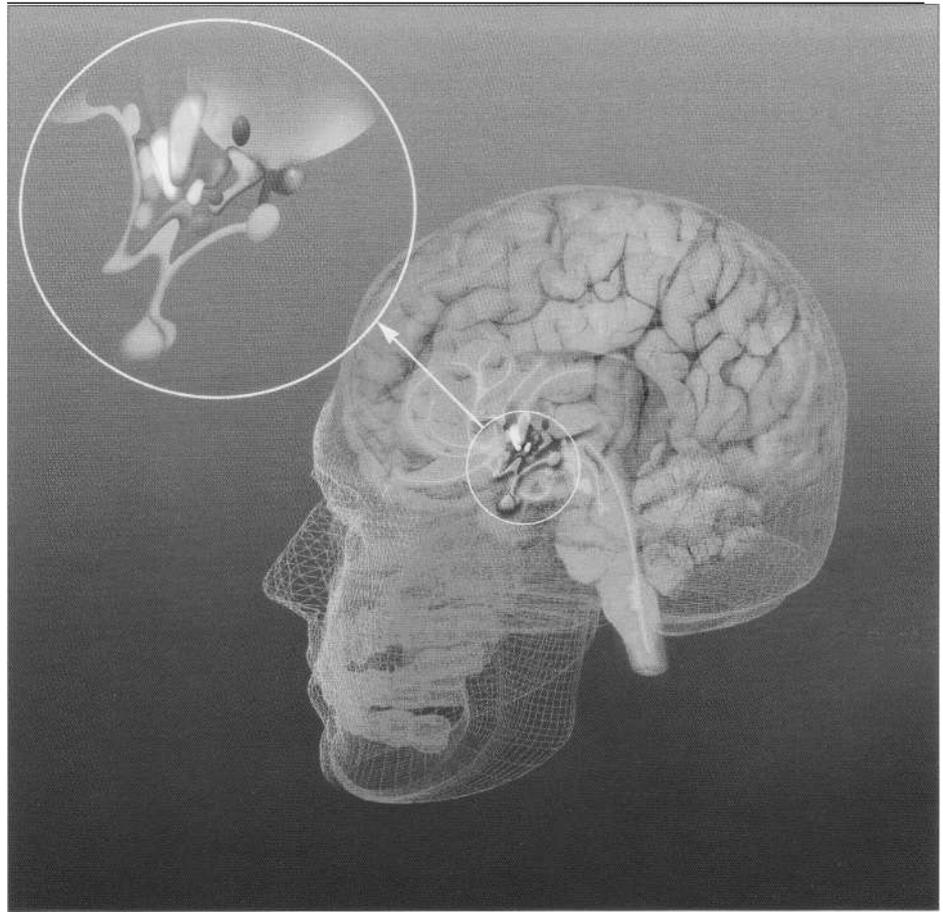
Sin embargo, también existen peligros en seguir arando con herramientas que han quedado anticuadas. La evolución ha producido maravillosos mecanismos para apoyar nuestra supervivencia, pero no nos puede cambiar tan rápidamente como nosotros podemos cambiar el mundo. Tal vez haya llegado el momento de usar el ingenio con el que nos han dotado tantos eones de selección natural y prepararnos mejor para el entorno que hemos creado.

### *El hambre*

Una tercera parte de la población de Estados Unidos es obesa; en Europa occidental, una de cada cuatro personas. Si seguimos engordando al paso actual, para el 2020 todo el mundo tendrá exceso de peso." Millones de nosotros morimos prematuramente todos los años por culpa de arterias obstruidas y otras complicaciones de la obesidad. Nuestra tendencia al placer nos está matando.

El mecanismo por el cual se genera y sacia el hambre física corriente, igual que todas nuestras necesidades y apetitos, se centra en el hipotálamo. El hipotálamo recibe constantemente información acerca del estado del cuerpo a través de una compleja interacción entre las hormonas, los neuropéptidos y los neurotransmisores. Si bajan los niveles de glucosa, de minerales o de lípidos, la información llega desde la sangre, el estómago, los intestinos y las células adiposas. Entonces el hipotálamo manda estas señales hacia la corteza. Allí las informaciones

*El hipotálamo es un cúmulo de núcleos, cada uno de los cuales ayuda a controlar nuestras necesidades y apetitos corporales. Es una parte del diencefalo (literalmente quiere decir «entre el encéfalo»), que actúa como puente entre el cuerpo y el cerebro. El hipotálamo es pequeño —pesa sólo trescientas veces menos que la masa total del cerebro—, pero tiene un efecto enorme, y pequeñas disfunciones en uno solo de sus núcleos pueden crear serios problemas físicos y mentales.*



excitan las muchas áreas que registran conscientemente el hambre para que organicen la búsqueda, la preparación y la acción de comer. Mientras se come, el sistema invierte la marcha. El cuerpo le indica al hipotálamo que se ha saciado, y el hipotálamo le pasa el mensaje a la corteza que, a su vez, genera la voluntad consciente de dejar de comer.

Todo esto suena muy simple y efectivo. Sin embargo, no llega a ser un sistema lo bastante seguro para evitar la verdadera epidemia mundial de comer demasiado (y, de vez en cuando, demasiado poco). Una de las causas de los trastornos de la alimentación podría estar en el hipotálamo mismo. Dos núcleos hipotalámicos —el lateral y el **ventromedial**— desempeñan un papel importante en el centro del apetito. El núcleo lateral registra las bajadas de glucosa para indicar el hambre, mientras el ventromedial responde a los niveles de glucosa elevados para indicar la saciedad. En consecuencia, los

animales que tienen el núcleo lateral dañado comen muy poco, mientras los que tienen dañado el ventromedial se ceban.

Sin embargo, este sistema dual no es un simple interruptor de encender y apagar el apetito. Las ratas con lesiones en el núcleo ventromedial sólo comen demasiado si comer les resulta fácil. Por ejemplo, si tienen que activar una palanca para conseguir comida, a menudo comen menos que en condiciones normales. Un experimento interesante sugiere que lo mismo podría pasar también en seres humanos. Se les dio un plato de nueces a dos grupos de sujetos obesos y se les pidió que comieran con libertad mientras cumplían con una tarea monótona. Tenían a mano un cascanueces; las nueces de un plato estaban ya peladas mientras las del otro estaban sin pelar. Los sujetos comieron grandes cantidades de las nueces peladas y muy pocas de las que había que pelar. Este curioso resultado podría ex-



*Los núcleos lateral y ventromedial del hipotálamo actúan como interruptores para «encender» y «apagar» el apetito.*

plicar, en parte, por qué la obesidad está estrechamente relacionada con el consumo de comidas fabricadas de preparación instantánea y el consumo de «comidas para llevar».

Es también posible que los **anoréxicos**, igual que los obesos, tengan la función hipotalámica alterada. Los escanes del cerebro enseñan que la actividad en el sistema límbico no parece ser transmitida a la corteza de la manera usual. Por algún motivo, las conexiones neurales entre los elementos del hipotálamo sensibles al apetito y las áreas que registran conscientemente el hambre no transmiten las señales como es debido. Esto podría explicar por qué por lo general es típico que los anoréxicos digan no tener hambre, incluso cuando se están muriendo de inanición.

Las lesiones en las estructuras límbicas profundas son relativamente poco frecuentes, de manera que parece probable que la mayoría de las disfunciones partan de los trastornos en los neurotransmisores que llevan mensajes desde ellas y hacia ellas. La **serotonina**, por ejemplo, reduce la actividad en el hipotálamo lateral, de manera que es posible que un alto índice de serotonina reduzca el apetito y un bajo índice lo aumente. Esta conclusión deriva de estudios que enseñan que los anoréxicos tienen en efecto tendencia a valores de serotonina anormalmente elevados, en tanto que los

## LA CONEXIÓN DOPAMINA

La disfunción dopamínica se reconoce ya como un agente importante en una amplia gama de trastornos.

Para decirlo en términos simples, demasiada dopamina parece terminar causando alucinaciones y **paranoia** (los síntomas positivos de la esquizofrenia), falta de control de movimientos y habla (los síntomas del síndrome de Tourette), agitación y acciones repetitivas (TOC), sobreexcitación, euforia y convicción exagerada del significado (manía).

Se sabe que un bajo índice de dopamina desencadena el temblor y la incapacidad de empezar movimientos voluntarios (enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados) y está implicado en el sentimiento de desinterés general, letargia y malestar (depresión), **catatonía** (inmovilidad total por falta de iniciativa) y retraimiento social (las manifestaciones negativas de la esquizofrenia), falta de atención y concentración (síndrome de déficit de atención del adulto), y el síndrome de abstinencia de la drogadicción.

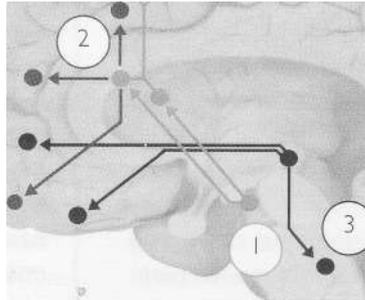
Existen otros neurotransmisores —especialmente la **serotonina** y sus parientes químicos **adrenalina y noradrenalina**— que están también implicados en estos estados, pero la dopamina está siendo considerada, cada día más, como el agente principal. Que los pacientes demuestren síntomas de Tourette, Parkinson o catatonía parece depender del área del cerebro específicamente afectada por un exceso o un defecto de dopamina.

Las neuronas dopaminérgicas se distribuyen a lo largo del cerebro por vías bien definidas. Una de estas vías viaja desde un núcleo del tronco cerebral llamado *substantia nigra* hasta los ganglios basales. Éstos son un racimo de núcleos que incluyen al putamen y al cuerpo candado —en conjunto se suelen llamar **cuerpo estriado**— y controlan el movimiento automático. Estas áreas le encargan al cuerpo ha-

*Vía 1: Desde la sustantia nigra hacia los ganglios basales y de ahí a la corteza motora. Esta vía hace que la gente se ponga físicamente en movimiento.*

*Vía 2: Desde el caudado hacia la corteza orbital prefrontal y hacia la corteza premotora. Genera el deseo de actuar.*

*Vía 3: Desde el núcleo ventral tegmentario hacia los ganglios basales, y desde allí al bulbo olfatorio y al lóbulo frontal. Genera sensación de placer, energía mental y deseo de iniciativa.*



cer el tipo de tareas que normalmente se hacen sin pensar. Por ejemplo, poner un pie delante de otro o acercarse para coger algo. Si está perturbado el mecanismo de acción de la dopamina, se produce temblor y se reduce la capacidad de ponerse en movimiento. Esto es lo que ocurre en la enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados, en los cuales las células que producen dopamina están muertas o se están muriendo. Los ganglios basales están a su vez conectados con las áreas corticales por varias vías dopaminérgicas. El putamen está conectado con las áreas motoras frontales y prefrontales, y se cree que la superactividad de estas vías está relacionada con el síndrome de Tourette. El núcleo caudado está más conectado con la corteza orbital, relacionada con la planificación de alta complejidad. Se cree que la hiperactividad de esta vía está relacionada con el TOC.

La vía ganglios basales-lóbulo frontal es una vía importante para la atención y la conciencia. Se cree que la falta de dopamina en esta vía está relacionada con trastornos diversos como el síndrome de déficit de atención del adulto, las manifestaciones negativas de la esquizofrenia y los

estados obnubilatorios de la mente que se dan en la depresión.

Un tercer contingente de vías dopaminérgicas arranca de un área del cerebro medio, el **núcleo ventral tegmentario**, que está compactamente poblada por neuronas productoras de dopamina. Un ramal se desprende hacia un área del tronco cerebral llamada *locus coeruleus* (literalmente, lugar azul), fuente importante de producción del neurotransmisor llamado **noradrenalina**. Otro corre en sentido contrario, hacia la profundidad, hacia y a través del sistema límbico, desde donde continúa hasta el antiguo cerebro olfatorio, es decir, el **bulbo olfatorio**. Una de sus ramas viaja hacia arriba, hacia los lóbulos frontales, el área cortical relacionada con la emoción. La falta de dopamina en esta área se cree que es una de las causas de la depresión y las manifestaciones negativas de la esquizofrenia. Se cree también que un exceso de dopamina está relacionado con la manía y los síntomas positivos de la esquizofrenia. Las vías se encuentran, entrecruzan y convergen entre ellas a lo largo del camino, de tal manera que un exceso de actividad en una de ellas puede resultar en un déficit en la otra.

**bulímicos** (quienes comen compulsivamente) tienen por lo general valores bajos.<sup>13</sup> El fenómeno puede convertirse en algún momento en una lesión morfológica visible porque un área del cerebro que no recibe estímulo alguno puede retraerse.

Aunque está cada vez más claro que la disfunción del área límbica está relacionada con los trastornos de la alimentación, es también evidente que ésta es sólo una de las causas. También influyen los aspectos culturales. El propósito de un anoréxico de ser más delgado que la gente delgada, o la determinación de un bulímico de evitar que su cuerpo asimile lo que ha comido, se elabora en la parte consciente del cerebro, y está claro que son cosas que tienen mucho que ver con la manera de pensar de la persona. Mientras los anoréxicos, por ejemplo, tienden a ser introvertidos, disciplinados y perseverantes, los bulímicos más bien tienden a ser distraídos, impulsivos y extrovertidos.<sup>14</sup> Eso hace que estos trastornos sean objeto de tratamiento por métodos psicológicos y, aunque existen varios fármacos bastante efectivos que actúan directamente sobre el cerebro, la mayoría de las terapias actuales se basan en alterar la conciencia más bien que la fisiología.

Tal vez algún día los cartógrafos del cerebro nos puedan dar un plano suficientemente detallado de los circuitos que operan en el apetito para poder actuar sobre ellos y no tener que tratar el TOC por los medios que hoy se usan. Por el momento, nuestros genes hambrientos continúan mandando prematuramente a la tumba nuestros cuerpos tapados de grasa.

#### *El sexo*

**El sujeto masculino estaba atado a un dispositivo parecido a una silla, con la cabeza inmovilizada por un método indoloro. En esta posición era posible insertarle un microelectrodo fino en el hipotálamo. El sujeto femenino estaba atado a otra silla colocada a unos dos metros de distancia.**

**El sujeto masculino disponía de un botón por medio del cual podía acercar la silla de la hembra que estaba próxima a él. En esta posición podían copular sin que el sujeto masculino tuviera que mover la cabeza. Era, por lo tanto, posible registrar actividad**

## LA ADICCIÓN

La drogadicción está causada por una secuencia de eventos parecidos a los del hambre.

Sin embargo, al contrario que la mayoría de los alimentos, las drogas que causan adicción provocan cambios en los receptores a los cuales se adhieren, haciéndolos menos sensibles. Este proceso genera **acostumbramiento** (la necesidad de aumentar gradualmente la dosis de una sustancia para generar igual efecto) y **adicción** (la sensación de ansiedad cuando se interrumpe el consumo de la sustancia). La mayoría de las drogas que producen adicción actúan alterando los niveles de neurotransmisores —sobre todo de **serotonina, dopamina, endorfinas y noradrenalina**— en el circuito de recompensa del cerebro que se centra en el área límbica conocida como **núcleo ventro-tegmental del *accumbens***. Sin embargo, hay muchas otras áreas del cerebro implicadas, y cada tipo de droga actúa de manera ligeramente distinta para generar sus efectos característicos. La droga corrientemente llamada **éxtasis**, por ejemplo, estimula las células que producen serotonina y que actúan sobre áreas de la corteza frontal, generando sensaciones de euforia, trascendencia y afecto.

El efecto es parecido al de los antidepresivos, pero el éxtasis causa que las células produzcan una ola de neurotransmisores mayor que la de los antidepresivos. Por eso hay más peligro de que los consumidores asiduos «fulminen» las células, generando síndromes temporales de abstinencia y, más adelante, depresiones crónicas.

Los alucinógenos como el **LSD** y el peyote también estimulan la producción de serotonina o contienen agentes químicos que imitan sus efectos. Estas drogas, aparte de estimular los centros de placer del cerebro, activan también las áreas de los lóbulos temporales que generan las alucinaciones. Los llamados «malos viajes» pueden ser el resultado de la estimulación de la **amígdala**, que produce sensaciones de miedo.

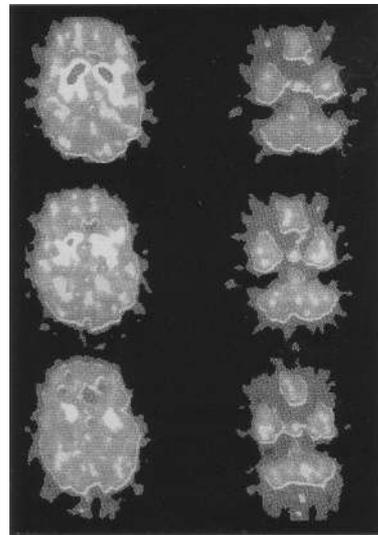
La **cocaína** aumenta la cantidad de dopamina disponible bloqueando el mecanismo por el cual el organismo se deshace del exceso de dopamina. También bloquea el mecanismo de recuperación de la noradrenalina y de la serotonina. El aumento de estos tres neurotransmisores causa las sensaciones de euforia (la dopamina), confianza (la serotonina) y energía (la noradrenalina) que se asocian habitualmente con el consumo de esta droga.

Las **anfetaminas** sólo bloquean la noradrenalina. Genera energía, pero también puede producir sensaciones de ansiedad y de agitación.

La **nicotina** activa las neuronas que producen dopamina, mimetizando el efecto de la dopamina al acoplarse a los receptores de la superficie celular. Su efecto inicial se parece por lo tanto a una oleada de dopamina. Sin embargo, la nicotina insensibiliza rápidamente a las células sobre las que actúa, de manera que su efecto inicial no se siente después de un tiempo. La nicotina también afecta a las neuronas que producen el neurotransmisor llamado **acetilcolina**. Éste es uno de los agentes químicos que tienen que ver con el estado de alerta, y se sabe que potencia la memoria.

Los **opiáceos** como la **morfina** y la **heroína** se acoplan a receptores que normalmente aceptan **endorfinas** y **enkefalinas**. Este proceso activa el circuito de recompensa que genera las oleadas de dopamina. Se cree que el desentendimiento del dolor que producen estas drogas resulta de la desactivación de un área de la corteza llamada **giro cingulado anterior**, área que normalmente nos hace concentrar la atención en los estímulos internos adversos. Los síndromes de abstinencia de los opiáceos se asocian con una subida abrupta de las hormonas del estrés, hormonas que se producen en situaciones de emergencia. Los tranquilizantes del tipo de las **benzodiazepinas** funcionan de manera parecida.

El **alcohol** también provoca una subida de la dopamina, posiblemente actuando sobre neuronas opio-sensitivas. Los fármacos que bloquean los receptores en estas células reducen el placer de beber y son buenos para tratar la adicción, que probablemente como todas las drogadicciones también está en estrecha relación con factores genéticos. Los hijos de alcohólicos, por ejemplo, tienen cuatro veces más probabilidades de aficionarse a la bebida que otras personas —aunque sean educados lejos de sus padres naturales.

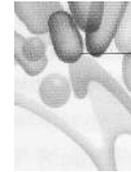


*La cocaína genera euforia bloqueando los receptores de células cerebrales que normalmente absorben el exceso de dopamina. Esto deja más dopamina libre para excitar las áreas del cerebro que afectan al estado de ánimo. Los escapes enserían los niveles de absorción en un cerebro normal (rojo alta; amarillo media; verde baja).*

*Superior: Después de un placebo. Centro: Después de una dosis baja de cocaína (0,1 mg por kg de peso corporal). Inferior: Después de una dosis alta de cocaína (0,6 mg por kg). Como podemos ver, después de una dosis alta no hay casi ninguna dopamina bloqueada; está toda libre para actuar sobre otras neuronas.*



Área preóptica  
media



Núcleo  
ventromedial

*Las típicas respuestas sexuales masculinas o femeninas surgen desde distintas partes del hipotálamo.*

*Izquierda: El área preóptica media orienta el impulso sexual hacia la hembra. Desde aquí se mandan las señales a la corteza, produciendo excitación sexual consciente, y desde allí sale una señal hacia el pene, con lo que se produce la erección. Derecha: El comportamiento sexual femenino típico es impulsado por el núcleo ventromedial. Éste es el mismo grupo de células relacionadas a la estimulación del apetito por los alimentos. Cuando se estimula el núcleo en un contexto sexual se favorece la posición de lordosis, con la consecuente exhibición de los genitales. Esta postura aparece también en algunos animales como señal de sumisión.*

**neuronal desde el momento en que el sujeto masculino veía a la hembra hasta que la copulación se completaba.**

**La más alta actividad neuronal (50 pulsos por segundo) fue registrada en una neurona en el área preóptica medial del hipotálamo cuando el sujeto masculino apretaba el botón para acercarse a la hembra hacia él. La tasa de descargas disminuyó durante la copulación, y después de la eyacuación cesó casi por completo. La naturaleza específicamente sexual de esta actividad fue confirmada por un experimento de control en el cual la hembra era reemplazada por un plátano.»** Informe sobre un experimento.<sup>15</sup>

Los investigadores del cerebro se ven forzados a llegar a límites inusitados para estudiar el sexo, sobre todo entre seres humanos.

Para empezar, existe el delicado problema de encontrar sujetos apropiados. Una vez solucionado ese problema, hay dificultades prácticas: el equipo de imagen necesita que la cabeza de los sujetos esté quieta como una estatua para que no se suelten los electrodos (en experimentos llevados a cabo con EEG), o para que las fotos no salgan movidas (en experimentos hechos por escáner de tipo TEP o IRME). Normalmente se consigue sujetando la cabeza con una abrazadera, o haciendo que el sujeto muerda una pieza de goma. Luego está el problema del diseño del escáner, desde luego pensado para ser ocupado por una sola persona. De manera que aunque consigamos convencer a un sujeto de que se excite sexualmente mientras muerde una pieza de goma metido en un resonante cilindro metálico —parecido al estuche de un cigarro habano—, el reducido espacio del que dispone limita seriamente su margen de maniobra.

Por todas estas razones los estudios del cerebro humano en estados avanzados de excitación sexual son pocos y muy espaciados entre sí. La mayoría de los estudios cerebrales sobre sexo han consistido hasta ahora en la correlación de conductas o sensaciones narradas, más bien que en la observación directa del cerebro durante el acto sexual. En cambio, los cerebros animales han sido estudiados desde

## EL CEREBRO SEXUAL

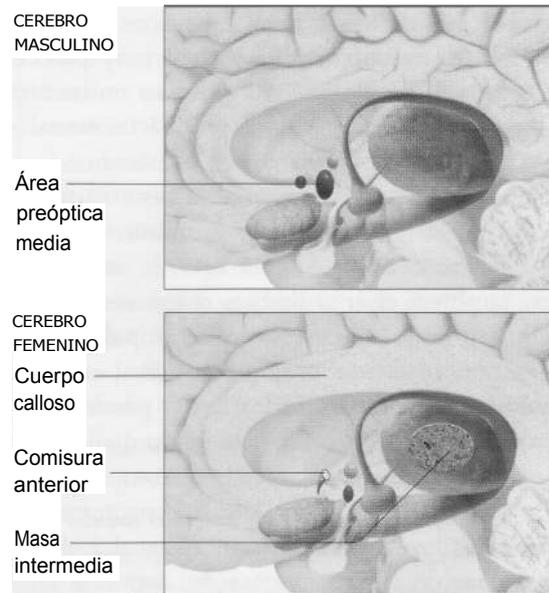
Las principales diferencias estructurales observadas entre los cerebros del hombre y la mujer son:

- El núcleo hipotalámico INAH3 del área preóptica media es, en promedio, 2,5 veces más grande en el hombre que en la mujer. Este núcleo es responsable del comportamiento sexual masculino típico. Contiene más células sensibles a los **andrógenos** (hormonas masculinas) que cualquier otra parte del cerebro. Algunos estudios <sup>16</sup> han encontrado en las mujeres una correlación entre el comportamiento «decidido» (típicamente masculino) y marcadamente heterosexual, las mamas pequeñas, la voz grave, el acné y el hirsutismo. Estas características físicas indican, en general, niveles anormalmente altos de andrógenos, y es posible que el comportamiento de las mujeres sea causado porque sus hormonas estimulan el INAH3.

- El **cuerpo calloso** —la banda de tejido a través del cual se comunican los dos hemisferios cerebrales— es comparativamente más grande en las mujeres que en los hombres. <sup>17</sup> También es más grande la comisura anterior —una conexión más primitiva entre los hemisferios, que conecta solamente las áreas inconscientes de los dos hemisferios—. <sup>18</sup>

Esto podría explicar por qué las mujeres parecen ser más conscientes de sus propias emociones, y de las de los demás, que los hombres. El hemisferio derecho, el más sensible emocionalmente, le puede pasar más información al izquierdo, el más analítico y con más talento lingüístico. También podría ser que el cuerpo calloso permitiera que las emociones fueran incorporadas más fácilmente a los procesos del habla y el pensamiento. Las mujeres también tienen más tejido en la **masa intermedia**, que conecta las dos mitades del **tálamo**.

- Los hombres pierden el tejido cerebral durante el proceso de envejecimiento antes que las mujeres, y pierden más tejido en términos absolutos. Los hombres son particularmente propensos a perder tejido en los **lóbulos frontales y temporales**. <sup>19</sup> Estas áreas tienen que ver con el pensamiento y los



sentimientos. La pérdida de tejido en ellas puede causar irritabilidad y otros cambios de personalidad. Las mujeres tienden a perder tejido en el hipocampo y las **áreas parietales**. Éstas tienen que ver sobre todo con la memoria y las habilidades visoespaciales, de manera que es posible que las mujeres tengan más dificultades que los hombres para recordar cosas y para orientarse a medida que envejecen.

Los estudios de EFC enseñan que los hombres y las mujeres usan su cerebro de manera distinta. Cuando llevan a cabo tareas mentales complejas, las mujeres tienden a hacer uso de los dos lados del cerebro, mientras los hombres usan sólo el lado obviamente más adecuado para ello. Este canon de actividad sugiere que, en cierto sentido, las mujeres tienen mayor amplitud de visión de la vida —por ejemplo, consideran más aspectos del panorama general al tomar una decisión—. En cambio, los hombres se centran más.

el primer contacto visual con un atractivo compañero, hasta la siestecilla *posceputa*.

El experimento descrito anteriormente fue llevado a cabo en la Universidad de Kyushu, y los sujetos de experimentación —al lector tal vez le tranquilice saberlo— eran monos macacos. Estos primates tienen una estructura cerebral muy parecida a la humana, y se cree que lo que pasa en las áreas límbicas de sus cerebros durante el acto sexual es muy similar a lo que pasa en los nuestros.

El impulso sexual tiene su centro en el hipotálamo, pero, al igual que otros impulsos, se irradia hasta comprender una amplia lista de áreas cerebrales, tanto en el área límbica como en la corteza. De la misma manera que otros impulsos, también es posible dividir el impulso sexual en varios componentes, cada uno de los cuales puede ser localizado. Las pequeñas masas de tejido que generan cada aspecto de las sensaciones y el comportamiento sexual son activadas por varios neurotransmisores relacionados con las hormonas sexuales. El circuito básico de la recompensa de impulsos opera asimismo en esta área: el impulso sexual se genera por neurotransmisores excitatorios; la intensa «recompensa» del orgasmo resulta de una erupción masiva de dopamina; y la sensación de relajamiento que le sigue es provocada por una hormona llamada **occitocina**.

Las áreas del cerebro relacionadas con el acto sexual son distintas en hembras y machos. Las diferencias se generan por medio de hormonas, y pueden ser modificadas por elementos que dependen del comportamiento y del entorno. En cualquier caso, el esquema básico está ya determinado por los genes, en gran parte incluso antes del nacimiento. Estas diferencias físicas tienen su reflejo en las diferencias observadas en el comportamiento. Dentro de cualquier grupo formado por un número considerable de sujetos —sean personas, monos o ratas— estas diferencias en el comportamiento son cuantitativamente suficientes para permitir hablar de comportamiento típico masculino y comportamiento típico femenino.

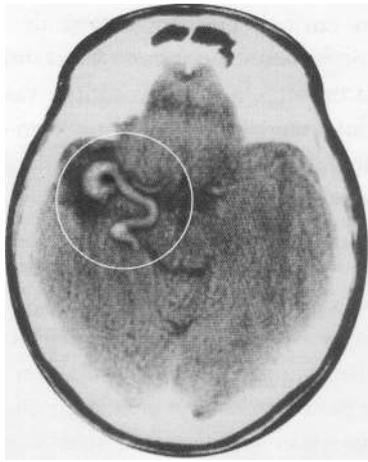
El comportamiento típico masculino es más decidido que el femenino. Está más estrechamente relacionado con la agresividad, e implica adoptar el papel penetrante o invasor. El comportamiento tí-

pico femenino es más sumiso. Básicamente comprende, por un lado, la **lordosis** (inflexión antero-posterior de la columna vertebral lumbosacra), una posición apta para la exhibición de los genitales y típica de la invitación sexual femenina en muchas especies. Por otro lado, implica asumir el papel receptivo durante el contacto sexual. El esquema físico de los cerebros femenino y masculino aclara en cierta medida cómo surgen estas diferencias.

El área preóptica media del hipotálamo —que en el mono masculino en copulación estaba tan activa— parece ser el centro del comportamiento sexual específicamente masculino. Es el área que contiene el número más alto de neuronas sensibles a los andrógenos (hormonas masculinas), y es más grande en los hombres que en las mujeres. Cuando se estimula esta área, los monos machos muestran un interés furibundo por cualquier hembra que haya alrededor, siempre que la hembra esté en celo. En cambio, cuando una hembra no está en celo el macho no muestra ningún interés. A la inversa, si al mono se le extrae el área preóptica media pierde el interés en todas las hembras, pero no en la sexualidad en sí. Los monos se siguen masturbando una vez que se les extrae esta área del cerebro, y es posible que empiecen a adoptar comportamientos más típicamente femeninos, como la lordosis, lo cual sugiere que la función principal del área preóptica media es responder a señales hormonales emanadas por hembras receptoras. Estas señales provienen de varias áreas. Dada la importancia de los olores para la sexualidad de los monos, el sistema olfatorio parece ser uno de los canales de entrada principales. El papel del olfato en los seres humanos está menos claro.

El área preóptica media recibe también señales de dos núcleos de la amígdala: el **corticomedial** y el **basolateral**. Los dos tienen que ver de una manera o de otra con la generación de comportamiento decidido o agresivo. Tal relación podría explicar por qué en el macho el acto sexual implica a veces agresividad: la excitación del área preóptica media en el hipotálamo podría hacer de «encendedor» de las áreas de la amígdala que generan agresividad, y viceversa.

Una vez que un estímulo adecuado llega al hipotálamo preóptico medio, éste lo manda a la cor-



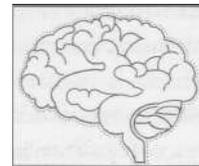
*La estimulación directa del lóbulo temporal puede producir fuertes sensaciones eróticas. El vaso sanguíneo dilatado que se ve en este escán cerebral producía flujos de actividad que provocaban orgasmos en el paciente en momentos totalmente inapropiados. Los orgasmos no deseados ocurrieron más o menos cada quince días durante tres años, hasta que se descubrió la causa. (Véase J.P. y Will R.G. «Unwelcome Orgasms», Lancet 350, p. 1746, 13 de diciembre de 1997.)*

teza cerebral, que hace (o trata de hacer) lo que sea necesario para poner el cuerpo al que está conectada en una posición apropiada para el contacto sexual. Al mismo tiempo parten señales hacia el tronco cerebral que, a su vez, produce la erección del pene. La corteza motora entra en juego una vez que empieza el contacto sexual, produciendo los movimientos rítmicos apropiados. Por último, otro núcleo hipotalámico —el **dorsomedial**— desata la eyaculación.

Normalmente todo el proceso transcurre en una secuencia ordenada. Pero a veces —a raíz de una lesión cerebral o una disfunción— un componente u otro puede desincronizarse, fallar, o surgir solo. Por ejemplo, si durante un ataque epiléptico resulta estimulado el núcleo dorsomedial, puede aparecer una eyaculación sin que haya habido ningún signo de excitación sexual. Y en el hombre, la estimulación del **septum** —un área del sistema Embrico adyacente al hipotálamo— se sabe que produce un orgasmo sin placer. Se sostiene que esto de-

## ¿EXISTE UN «CEREBRO GAY»?

La prestigiosa revista *Science* publicó en 1991 un estudio que enseñaba que los cerebros de un grupo de hombres homosexuales muertos de sida eran estructuralmente distintos de los cerebros de los hombres heterosexuales. El núcleo del **hipotálamo** que desencadena el comportamiento sexual típicamente masculino era mucho más pequeño en los hombres homosexuales y se parecía más al que se encuentra en los cerebros de las mujeres. El autor, Simon LeVay, entonces profesor asociado en el Instituto Salk para Estudios Biológicos y profesor adjunto de biología en la Universidad de California, fue inmediatamente atacado por activistas gay que temían que reconocer la homosexualidad como condición física llevara a que fuera estigmatizada más allá de lo que ya lo estaba. LeVay, que es gay, descubrió entonces que el cuerpo calloso es también distinto en los hombres homosexuales: vio que era más grande. Tres años más tarde un estudio dirigido por el biólogo molecular Dean Hamer, del Instituto Nacional de la Salud (NIH) de Washington (Distrito Federal), encontró una evidencia que sugería que un gen determinado —transmitido por línea materna— influenciaba la orientación sexual de los hombres. En conjunto, estos estudios aportan una seria evidencia de que la homosexualidad está arraigada en la biología, y, por otra parte, la hostilidad hacia las conclusiones que sugieren ha ido desapareciendo.



muestra que el orgasmo es, en su origen, una forma de «epilepsia refleja». La lesión del septum también puede causar **priapismo** (erección permanente). A la inversa, la falta de estímulo de uno u otro de los núcleos sexuales puede llevar a la impotencia. Si las señales sexuales del hipotálamo no consiguen llegar al tronco cerebral, por ejemplo, la erección es imposible.

El comportamiento sexual típicamente femenino está centrado en el núcleo ventromedial del hipotálamo —el mismo que desempeña un papel fundamental en el hambre—. Esta área es rica en neuronas sensitivas a los **estrógenos**, las hormonas que parecen excitar el núcleo ventromedial para provocar la lordosis con la correspondiente exhibición genital. En las ratas, la lordosis es una acción refleja que se produce cada vez que se coge la piel de la grupa como la cogería el macho al montarla. Pero al contrario que en el reflejo de estiramiento de la rodilla, por ejemplo, la lordosis parece estar —al menos parcialmente— bajo control consciente: aparece con mucha más fuerza cuando el estímulo viene de una rata macho que cuando viene de los dedos de un investigador de laboratorio. En seres humanos, la lordosis está, en general, dominada por un proceso consciente, aunque una ojeada a cualquier colección de porno duro pruebe que de ninguna manera ha desaparecido.

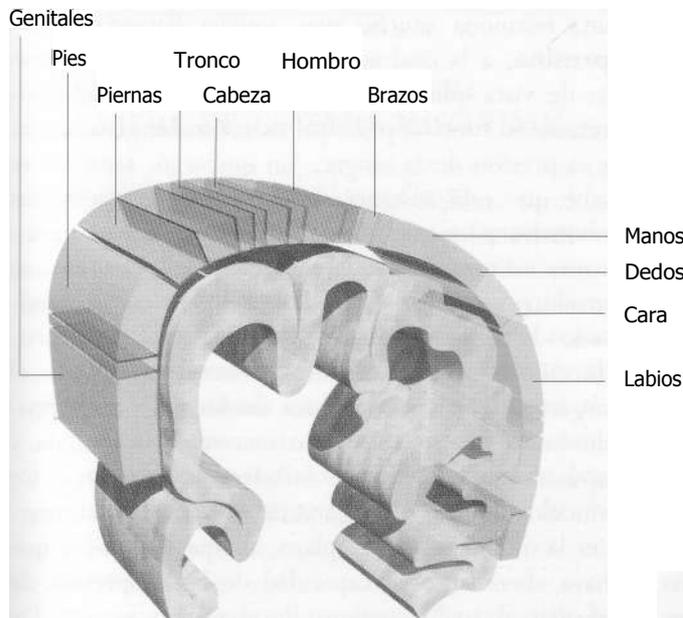
A pesar de que las hormonas sexuales femeninas parecen dictar el tipo de comportamiento sexual adoptado, no tienen demasiada influencia sobre la intensidad del impulso sexual. Éste depende en los dos sexos de la acción de la **adrenalina** y la **testosterona**. Estos agentes químicos actúan en muchas partes del cerebro, y parece factible que el impulso sexual surja de la interacción de muchas áreas distintas del cerebro más bien que de una sola.

La sexualidad permea todo el cerebro, sobre todo el cerebro humano. Desde las áreas sexo-olfatorias, sexo-procuradoras y sexo-reactivas del sistema límbico se irradian conexiones hacia todos los rincones de cada lóbulo, conexiones que alimentan el impulso sexual hacia la mente consciente. El área cortica] más estrechamente asociada a las sensaciones sexuales es la corteza frontal derecha. Los raros estudios de *imaginología* de orgasmos en seres humanos han enseñado que el flujo sanguíneo cere-

bral aumenta en esta área durante la actividad sexual.<sup>20</sup> Un curioso informe acerca de una mujer que tenía orgasmos espontáneos (y no bienvenidos) asociados a un aumento del volumen vascular en la corteza frontal sugiere que, al menos en esto, la sexualidad humana se parece en los dos sexos.<sup>21</sup>

El tráfico sexual en el cerebro va en las dos direcciones. A medida que los impulsos lascivos viajan hacia arriba, el cerebro consciente manda información sexual estimulante hacia abajo —en el entorno del sistema límbico—. Entre estos dos flujos, los niveles cerebrales interactivos mantienen al ser humano listo para el contacto sexual en cualquier momento. Las otras especies muestran este nivel de interés nada más que cuando la hembra está en condiciones de concebir. Sólo los seres humanos han elevado el sexo de un acontecimiento periódico a una actividad permanente. Y al hacerlo, lo han convertido en un proceso muy elaborado. El sexo implica casi todos los tipos de actividad cerebral —desde la cognición de alto nivel implícita en el amor romántico, hasta las emociones y la función corporal más elemental, pasando por el reconocimiento visual y físico—. Por este motivo cualquier fallo en cualquier parte del cerebro puede acarrear algún tipo de trastorno sexual, aparte de otra serie de problemas. La infiltración de la sexualidad en los lóbulos frontales —el lugar en el cual los seres humanos construyen sus ideas más abstractas y elaboradas— ha enredado al sexo con nuestras más profundas ideas sobre la moral. De ahí que la obscenidad sexual y la desinhibición sean características de la gente con el tipo de lesión de lóbulo frontal que provoca la destrucción de las funciones cerebrales más «elevadas» de la persona.

Las lesiones del lóbulo frontal también pueden desembocar en la **erotomanía**, una obsesión delirante con fuerte componente sexual. Los erotomaniacos piensan en general que otra persona —casi siempre famosa— está enamorada de ellos y les hace llegar mensajes secretos de adoración. A veces dicen haber hecho el amor con el objeto de su obsesión —aunque no lo hayan conocido nunca—. <sup>22</sup> Existe una variedad de erotomaniacos, en general inofensiva —a la que se la llama «cazadores de acero»—, que pueden llevar a sus víctimas a la exasperación con sus atenciones. En un caso reciente el im-



#### EL MAPA TÁCTIL DEL CEREBRO

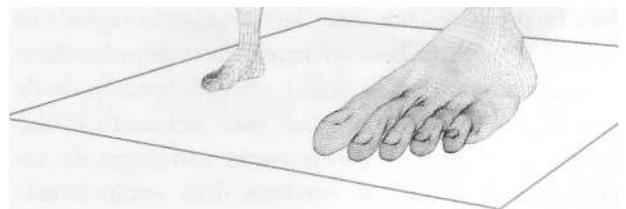
*El área de corteza que registra el tacto corporal rodea el cerebro como una tiara. El área dedicada a los genitales es tan grande como la de la espalda, el pecho y el abdomen juntos.*

plicado era un hombre que había entrado en casa de una vecina —a quien había estado siguiendo por largo tiempo, pero con quien nunca había hablado— con el propósito de mudarse allí. Cuando llegó la policía para arrestarlo, declaró que la mujer y él estaban comprometidos y que iban a vivir juntos. La IRM demostró un tumor, voluminoso pero benigno, en el lóbulo frontal izquierdo. Una vez extirpado, el comportamiento del hombre volvió a ser normal. <sup>23</sup>

También el lóbulo temporal tiene que ver con la función sexual. Las lesiones de la corteza temporal próximas al lóbulo frontal y a la amígdala (que está por debajo) producen un estado conocido como **síndrome de Kluver-Bucy**, en el cual el paciente intenta meterse cualquier cosa que tenga cerca dentro de la boca —o de copular con el objeto en cuestión—. Un desafortunado sujeto que sufría esta enfermedad fue detenido cuando trataba de fornicar con el pavimento. <sup>24</sup>



Manos  
Dedos  
Cara  
Labios



*Si el área de cada parte del cuerpo fuera proporcional a su sensibilidad, la gente tendría un aspecto muy distinto.*

El motivo del extraño comportamiento podría ser que el área cortical del lóbulo temporal dañada en el síndrome de Kluver-Bucy es la que, en condiciones normales, manda señales inhibitorias al núcleo ventromedial del hipotálamo. Como hemos visto, parte del núcleo ventromedial pone en marcha la compulsión de meterse alimentos fácilmente disponibles en la boca, mientras otra parte desencadena el comportamiento sexual típicamente femenino. De manera que la lesión cortical permite al núcleo ventromedial que se dispare sin inhibición, produciendo una necesidad continua de comer y copular. La extraña falta de discriminación acerca de lo que se come o con, lo que se copula podría tener que ver con el trastorno de la capacidad de reconocer categorías entre los objetos: otra función situada en el lóbulo temporal. Si juntamos estas dos disfunciones es factible que un pavimento pueda parecer muy apetitoso y tener mucho atractivo sexual. El lóbulo parietal contiene las cortezas

sensorial y motora, la parte del cerebro donde está el «mapa del cuerpo», mapa en el cual a cada área individual del cuerpo corresponde un área cortical dedicada a ella. Aquí tenemos otra prueba de lo importante que es el sexo para los humanos: el área de corteza senso-motora dedicada a los genitales es mayor que la que corresponde a la superficie del pecho, el abdomen y la espalda juntos. La estimulación del área que representa a los genitales genera sensaciones o actividad en estas partes, y las crisis epilépticas que parten de esta área del cerebro generan fuertes sensaciones sexuales. Durante tales ataques la gente suele hacer movimientos de introducción similares a los del acto sexual.

Pero en la sexualidad —en particular la sexualidad humana— no se trata sólo de penetrar y eyacular. En los seres humanos la sexualidad origina una compleja acumulación de sensaciones y pensamientos que llamamos **amor**. El amor entendido desde un punto de vista romántico nace del éxito evolutivo del vínculo de pareja como estrategia de reproducción. Nuestros cerebros han evolucionado hasta sentir placer en el vínculo sexual y malestar ante la separación. Esto surge de una interacción todavía más elaborada que la que se da entre hormonas y neurotransmisores. Hasta ahora sólo se han localizado en el mapa los movimientos más rudimentarios de este concierto químico. Tenemos una idea razonable de las sustancias asociadas a las distintas fases del enamoramiento, pero aún no se sabe con exactitud qué áreas del cerebro son las que activan cada una de estas sustancias.

Las sensaciones de euforia asociadas con las primeras fases del enamoramiento parecen surgir de una combinación entre la dopamina y un agente químico llamado **feniletilamina**. Las dos actúan probablemente sobre las vías de recompensa que van del sistema límbico hasta la corteza cerebral. El impulso de hacer el amor viene del efecto de la testosterona —tanto en el hombre como en la mujer— y de los estrógenos —sólo en la mujer— sobre el hipotálamo. Tanto el vínculo sexual como el vínculo entre padres e hijos parece surgir sobre todo a raíz de la acción en el cerebro de una hormona llamada **occitocina**.

Se piensa que la occitocina es una mutación relativamente reciente (en términos evolutivos) de

una hormona mucho más antigua llamada **vasopresina**, a la cual se parece mucho desde el punto de vista químico. La vasopresina es un antidiurético. Su función principal es controlar el volumen y la presión de la sangre. Sin embargo, también se sabe que esta sustancia ayuda a afirmar memorias recientes y que se usa —o abusa, según se mire— como estimulador de la cognición. La occitocina se produce en el hipotálamo y se libera como resultado de la estimulación de los órganos de reproducción y sexuales. Inunda el cerebro durante el orgasmo y durante las fases finales del parto, produciendo mientras lo hace una sensación cálida y acunadora de amor que fortalece la relación y los vínculos de la pareja. La occitocina parece adormecer la memoria a corto plazo, aunque es posible que haya «heredado» la capacidad de la vasopresina de afirmar el establecimiento de memorias nuevas. De tal manera, la impresión que nos hace una persona que nos provoca liberación de occitocina puede ser especialmente fuerte. El mecanismo podría parecerse a la adicción: la occitocina está estrechamente relacionada con las endorfinas —los opiáceos del cerebro—, y la agitación típica que sienten los amantes cuando se separan de quien adoran podría deberse en parte al deseo de elevar su nivel de occitocina.

Infinidad de estudios psicológicos han enseñado que la gente metida en el torbellino de esta tormenta hormonal se separa de la realidad más de lo normal, sobre todo cuando se trata de hacer evaluaciones acerca de la persona a quien aman. Es muy sabido que son ciegos a los defectos del otro y excesivamente optimistas en cuanto al futuro de la relación. Visto con frialdad, el amor romántico es una forma de locura inducida químicamente y una base desastrosa para la organización social, como bien demuestra el índice de divorcios en el mundo occidental.

Sin embargo, desde el punto de vista del cerebro, es poco menos que la más grande aventura que existe. Mientras el sistema límbico siga al volante, el amor va a seguir trastornándonos, deleitándonos y emboscándonos de tanto en tanto cuando menos lo esperamos. Es posible que en realidad no sea lo que mueve el mundo, pero desde luego lo hace un sitio más interesante para vivir.

¿ES EL AUTISMO UNA FORMA  
EXTREMA DE CEREBRO MASCULINO?



DR. SIMON BARON-COHEN  
Departamento de Psicología Experimental,  
Universidad de Cambridge

*Tras décadas de investigación sobre cómo difieren ambos sexos psicológicamente, se han encontrado en repetidas ocasiones algunas diferencias que, aunque no se cumplen en cada individuo, ciertamente se destacan cuando se comparan grupos.*

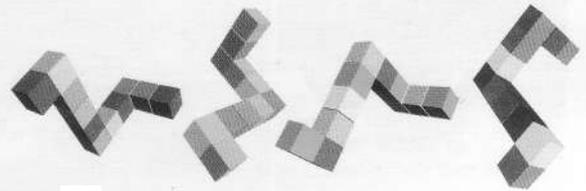
**Mujeres:**

- Superan a los hombres en ciertas tareas de lenguaje.
- Muestran un ritmo más rápido de desarrollo del lenguaje.
- Tienen menos riesgos de disfasia durante el desarrollo.
- Superan a los hombres en algunas pruebas de juicio social, empatía y cooperación.
- Son mejores encajando objetos.
- Son mejores en pruebas que implican la generación de ideas.

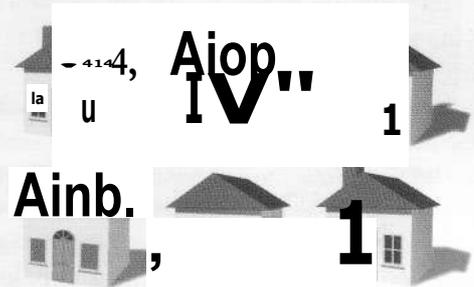
**Hombres:**

- Razonan mejor que las mujeres en cuestiones matemáticas (especialmente, en problemas de geometría y de lenguaje matemático).
- Superan a las mujeres en pruebas que implican distinguir entre figura y fondo.
- Tienen más facilidad para hacer girar objetos mentalmente.
- Son mejores acertando un blanco.

No estoy discutiendo si un sexo es mejor que el otro, sino simplemente que parecen haber distintos estilos cognoscitivos asociados al hecho de ser hombre o mujer, es decir, no todos los hombres tendrán una ventaja espacial, pero la probabilidad de tenerla aumenta si se es hombre. Naturalmente, estas diferencias sexuales pueden ser conse-



[1]

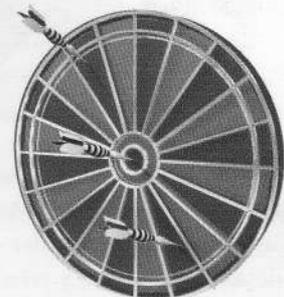


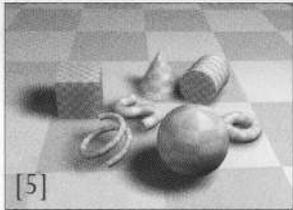
[2]

[3]

Prelados, Políticos, Profesor,  
Pediatras, Psicológico, Padres,  
Pedagogo, Policía, Pensador,  
Pedagogía, Polímero,  
Paleontólogo, Palimpsesto,  
Pagano

[4]

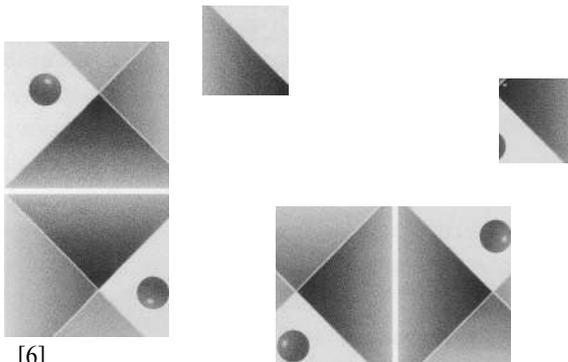




[5]

cuencia de diferenciación social, diferente predisposición biológica, o de ambas. Opino que dichas diferencias psicológicas son en parte consecuencia de diferencias biológicas en el desarrollo del cerebro, el cual es a su vez el producto de diferencias genéticas y endocrinas. La razón principal de seguir esta línea de razonamiento han sido las pruebas que proporciona el autismo.

En primer lugar, considérese un modelo. Un cerebro puede estar más desarrollado en términos



[6]

de «psicología tradicional» (entender a la gente en términos de estados mentales) que en términos de «física tradicional» (entender los objetos en términos de causalidad física y relaciones espaciales) o viceversa. En este modelo definiré operativamente el tipo de cerebro masculino como un individuo cuyas habilidades físicas tradicionales van por delante

de las psíquicas, y lo contrario constituirá la definición operativa del tipo de cerebro femenino. Llamaremos a aquellos con habilidades físicas y psicológicas tradicionales aproximadamente equivalentes, el tipo de cerebro cognoscitivamente equilibrado.

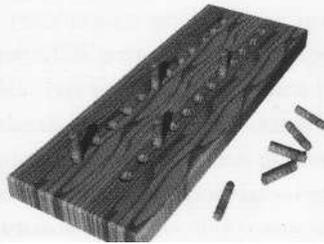
El autismo es una condición psiquiátrica fuertemente hereditaria, caracterizada por un desarrollo social y comunicativo anormal, escaso interés, actividad repetitiva e imaginación limitada. Sufren de autismo cuatro veces más hombres que mujeres, y del síndrome de Asperger (autismo «puro» sin otra limitación), nueve veces más. Argumentaré a continuación que el autismo y el síndrome de Asperger son formas extremas del tipo de cerebro masculino.

Los niños autistas se desenvuelven mejor que el resto en edades mentales comparables en el test de las figuras empotradas, una prueba que realizan mejor los hombres normales que las mujeres normales. Lo hacen peor en aspectos selectivos de cognición social, especialmente en pruebas que impliquen adscribir estados mentales a otras personas, un área en la que las mujeres normales aventajan a los hombres. De hecho, incluso los padres

*Por término medio...*

- 1) *Los hombres son mejores que las mujeres haciendo girar imágenes mentalmente.*
- 2) *Aun cuando las mujeres distinguen más rápidamente dos imágenes parecidas*
- 3) *y son mejores generando palabras,*
- 4) *los hombres son más precisos al enfocar una tarea,*
- 5) *mientras que las mujeres reconocen con mayor habilidad la ausencia de objetos.*
- 6) *8) Los hombres detectan mejor una forma concreta inmersa en un patrón complejo.*
- 7) *pero las mujeres pueden hacer tareas manuales de precisión, como colocar chinchetas en un tablero, con más habilidad.*
- 9) *El cálculo matemático es más fácil para las mujeres;*
- 10) *no obstante, con el razonamiento matemático se desenvuelven mejor los hombres.*

[71]

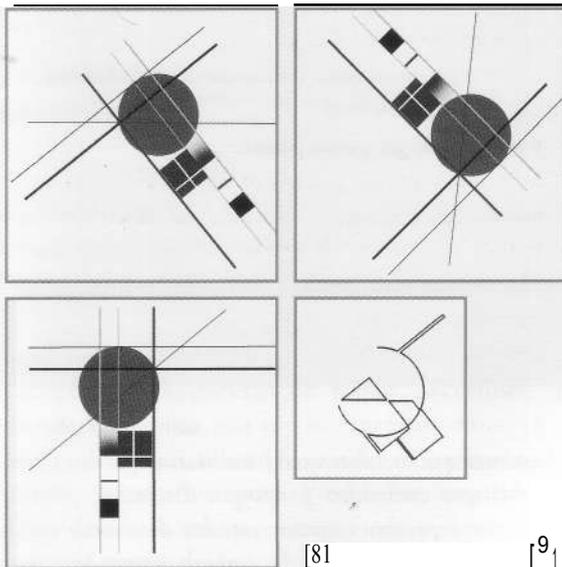


de niños autistas muestran un tipo de cerebro masculino más fuerte que otros del mismo sexo. Opino que esto puede reflejar la existencia de procesos de desarrollo neurológico ligados al sexo. ¿Cuáles pueden ser dichos procesos de desarrollo neurológico? Consideramos aquí el discutido modelo de la testosterona fetal: en un embrión masculino, el genotipo XY controla el crecimiento de los testículos y, hacia las ocho semanas, una vez formados liberan estallidos de testosterona. Se ha propuesto frecuentemente que la testosterona tiene un efecto causal en el desarrollo cerebral del feto, de forma que cuando se produce el nacimiento ya hay claras diferencias entre sexos. Algunos psicólogos afirman que de bebés, las mujeres prestan atención durante más tiempo a estímulos sociales como caras y voces, mientras que los hombres parecen in-

teresarse más en estímulos espaciales como los móviles. Se ha visto que los niveles de testosterona prenatal sirven para predecir la capacidad espacial a los siete años.

Con respecto a los dos tipos de cerebro mencionados antes, está aún sujeto a controversia qué estructuras distinguen precisamente ambos tipos. Algunos investigadores afirman que la corteza del hemisferio derecho es más gruesa en los bebés de sexo masculino que en los de sexo femenino. Otros señalan que el cuerpo caloso es mayor en los femeninos (lo cual podría explicar su superioridad en fluidez verbal) que en «los» bebés y todavía más pequeño en los autistas. También hay pruebas de que la exposición a andrógenos incrementa la capacidad espacial de las mujeres (en ratas, la castración la disminuye), lo cual concuerda con la idea de que el tipo de cerebro masculino o femenino depende de los niveles hormonales en circulación durante periodos críticos del desarrollo neurológico.

Por consiguiente, una teoría dice que las personas quedan incluidas en un continuo según se trate de un tipo de cerebro masculino o femenino, y que el autismo y el síndrome de Asperger son formas extremas del tipo de cerebro masculino. Hay todavía muchas preguntas por responder. ¿Qué hace que alguien situado en un extremo del continuo postulado desarrolle autismo? ¿Son los sucesos hormonales tempranos? ¿Tienen éstos una causa genética? ¿Qué significa, en términos neurobiológicos, que alguien represente una forma extrema de cerebro masculino? Y si ciertas diferencias sexuales surgen por motivos del desarrollo neurológico, ¿qué clase de factores evolutivos han modelado este dimorfismo sexual?



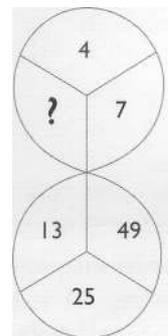
[81]

[91]

$$18-246+8 =$$

$$4(18+36) + 10-15 =$$

$$5$$



[101]

## CAPÍTULO IV

### CLIMA INESTABLE



*No sólo actuamos, sentimos... El sol y las sombras que actúan en el escenario de la mente se generan a través de agentes químicos, que encienden y apagan distintos módulos de nuestros cerebros, creando cánones neurales que expresan nuestros estados de ánimo. Las estructuras límbicas mandan urgentes mensajes de miedo y enfado, y la corteza responde inundando nuestra conciencia de emoción.*

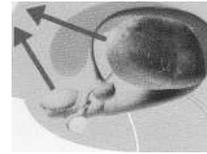
LOS PSICÓLOGOS suelen usar una selección de fotografías para provocar respuestas emocionales. Las fotografías enseñan personas retor-  
-endose de dolor después de sangrientos acciden-  
-es. **tratando** desesperadamente de tenerse en pie en  
aundaciones o gritando por las ventanas de edifi-  
-los en llamas.

En un experimento, las reacciones corporales de  
ada participante por separado fueron proyectadas  
n un gran monitor a todo color. Los sujetos de ex-  
-,erimentación se sintieron unánimemente perturba-  
:Js por lo que veían. Se les aceleraba el pulso, les  
\_\_:-nentaba la presión sanguínea y empezaron a cir-  
\_-irles por la sangre las hormonas del estrés. Cuan-  
lo les preguntaron más tarde cómo se sentían, la  
-na%oría contestó que se sentía dolida, que sentía  
lauseas o ansiedad. Sólo por excepción uno o dos  
ujetos reconocieron sentir una excitación perversa.

Sin embargo, uno de los sujetos, Elliott, dijo  
que no había sentido ninguna de estas cosas. Elliott  
había sido operado hacía unos años para extirparle  
un tumor de crecimiento rápido, en un área cerca-  
na al cerebro frontal. Un gran trozo de tejido cir-  
-undante también había tenido que ser extirpado y,  
\_un él, la capacidad de sentir emoción. Antonio Da-  
masio, el neurólogo llamado para informar sobre  
Elliott, describe así al paciente: «Siempre estaba se-  
reno, siempre describía cualquier escena como un  
espectador desapasionado, sin sentirse implicado.  
No había ninguna pista de su propio sufrimiento  
...I no estaba inhibiendo la expresión de una voz  
emocional o acallando una confusión interna. Sim-  
plemente no tenía ninguna impresión que callar».1

Una vida sin alegría ni amor, sin tristeza ni eno-  
jo suena increíblemente llana. Pero es posible pen-  
sar que puede tener alguna ventaja. Como mínimo  
parece probable que la persona en cuestión estu-  
viera provista de una importante condición para lle-  
gar al éxito: la capacidad de tomar decisiones en  
medio de una crisis.

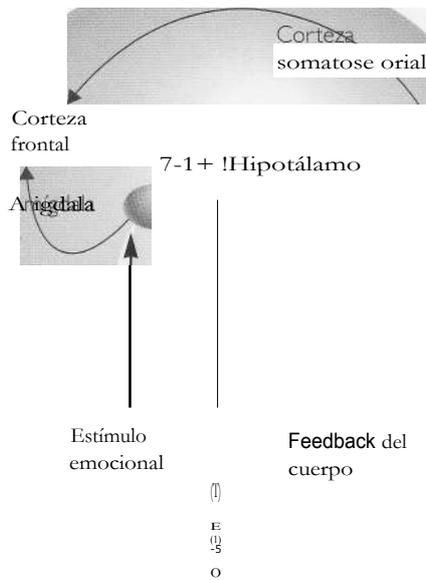
Sin embargo, a Elliott le pasaba exactamente lo  
opontrario. El motivo por el cual fue remitido al  
profesor Damasio era que, después de su operación,  
no parecía capaz de funcionar como es debido en  
casi ningún terreno. Su coeficiente intelectual era el



*Si se bloquean o dañan las vías neurales del sistema límbico a la corteza, las emociones no pueden ser registradas.*

mismo que antes de la operación, su memoria era perfecta, su capacidad de cálculo y de deducción estaba intacta. Y sin embargo le daba trabajo tomar la decisión más simple, o llevar con éxito a cabo un solo plan. Necesitaba que lo forzaran para levantarse de la cama y, una vez que llegaba al trabajo, podía pasarse el día o bien tratando de decidir qué hacer primero, o bien atendiendo diligentemente algún detalle sin importancia mientras dejaba descuidadas otras tareas urgentes. Cuando perdió el trabajo se metió en una empresa descabellada detrás de otra hasta quebrar.

Toda una batería de pruebas neurofisiológicas y de conducta —incluyendo la horrible sesión fotográfica— dieron por fin con la raíz del problema de Elliott: ya no registraba emociones, y sin ellas era incapaz de evaluar las cosas. Enfrentado a situaciones en las que hacía falta tomar una decisión podía generar toda una gama de respuestas adecuadas, pero ninguna de ellas le parecía más acertada que la otra. El resultado es que no podía elegir. No tenía sensaciones viscerales que lo previnieran frente a empresas dudosas, ni sentido instintivo para saber en quién confiar. Una de las razones por las que quebró fue por tratar con un personaje que la mayoría de la gente habría reconocido de inmediato como un socio poco apto para los negocios. No es que no supiera lo que eran las reacciones emocionales norma-



*Los estímulos emocionales son registrados por la amígdala. La emoción consciente se genera tanto directa como indirectamente por señales desde la amígdala hacia la corteza frontal. La vía indirecta implica al hipotálamo, que manda señales hormonales al cuerpo para generar cambios físicos como las contracciones musculares, la presión sanguínea elevada y el ritmo cardíaco acelerado. Estos cambios son entonces enviados de vuelta hacia la corteza somatosensorial, que provee la información hacia la corteza frontal, donde es interpretada como emoción.*

les; además se daba cuenta de que en sus reacciones faltaba algo importante. Después de ver las fotografías de personas en situaciones desesperadas dijo: «Sé que es horrible pero, simplemente, no "siento" el horror».

En Elliott, la extraña disociación entre saber y sentir estaba causada por un corte entre algunas de las conexiones neuronales que van de la corteza frontal —donde las emociones son conscientemente registradas— al sistema límbico, que es el núcleo más profundo del inconsciente en el cerebro, y el sitio donde se generan. Su caso y otros<sup>2</sup> parecen demostrar cómo nuestras percepciones y nuestro comportamiento se informan a través de procesos cerebrales de los cuales ni siquiera somos conscien-

tes. Éstos se informan a su vez a través de reacciones puramente viscerales.

Sin el feedback\* que nos proporciona nuestro propio cuerpo no podemos distinguir las emociones de los pensamientos. Las personas con lesiones de la médula espinal alta, que no pueden sentir nada por debajo del cuello, dan cuenta por lo general de la disminución de las emociones. Un paciente de este tipo explicaba: «Cuando veo que algo es injusto algunas veces actúo como si estuviera enfadado. Grito, insulto y armo una bronca, porque he aprendido que si no lo hago a veces la gente se aprovecha de uno. Pero ya no lo hago con el mismo calor con que lo hacía antes de la lesión».<sup>2</sup>

Nuestro vocabulario emocional —el corazón dolorido, el nudo en la garganta o la patada en los riñones— refleja la relación directa entre los estados del cuerpo y el sentimiento de las emociones.

Sin embargo, el sistema límbico no reina sobre nuestras reacciones emocionales. El tráfico emocional entre el sistema límbico y la corteza va en dos sentidos. Así como los impulsos que vienen de debajo de nuestra conciencia forman nuestros pensamientos conscientes y nuestro comportamiento, por eso la forma en que pensamos y nos comportamos puede afectar a las reacciones del cerebro inconsciente. Pero hay más conexiones que suben del sistema límbico a la corteza cerebral, que las que bajan al sistema límbico. De manera que, hasta el momento, las emociones están al mando.

Pero ¿qué es esto que nos controla tan decididamente? Decimos que la emoción es un sentimiento. Pero la palabra es engañosa porque sólo describe la mitad de la fiera. La mitad de la fiera que en efecto sentimos. Pero la verdad es que las emociones no son de manera alguna sentimientos, sino una serie de mecanismos de supervivencia arraigados en el cuerpo, mecanismos que evolucionaron para hacernos tanto escapar del peligro como impulsarnos hacia cosas que pueden ser beneficiosas. El componente mental —el sentimiento— es sólo

\* La traducción usual castellana de feedback («circuito de realimentación») no expresa los diferentes, frecuentes e importantes usos que a la palabra se le da en el texto original; por ello se seguirá usando la palabra inglesa. (N. del T.)

adrenalina, por ejemplo, hará que la gente se enfada o se alegre, según sea el caso. Pero cuando a la atención del cerebro consciente le llegan las sacudidas y los estremecimientos, los aleteos, la falta de respiración y la tensión muscular, lo interpreta todo de acuerdo con la noción preconcebida que tenga. La secuencia viene a ser: «Creo que debería sentirme enfadado». Sigue: «Sí. Parece que estoy sintiendo algo». Y después: «Debe de ser enfado».

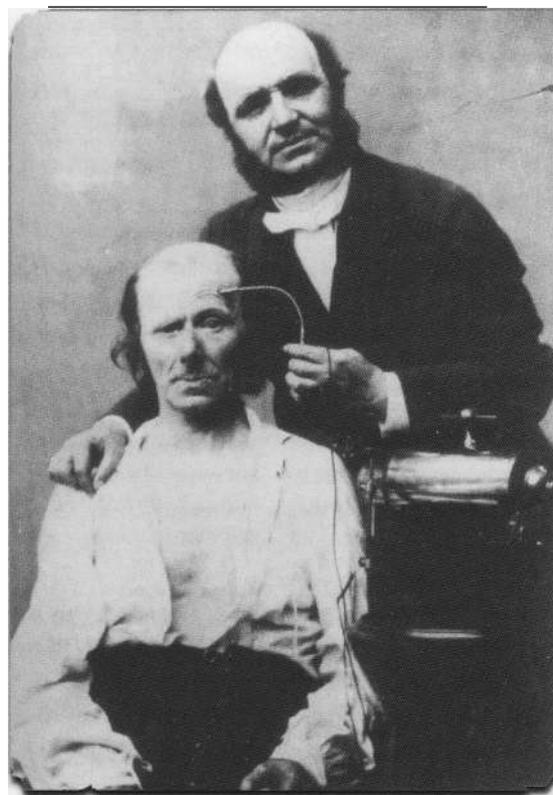
Incluso alcanzado ya este estado, la emoción todavía no ha florecido del todo. Para cumplir su función de mecanismo de supervivencia tiene que ser expresada, y para eso hace falta otro ciclo de procesamiento cognoscitivo. Para expresar una emoción se necesita algún tipo de acción corporal. Puede ser un sollozo, un soplo, la carrera en busca de refugio o, simplemente, agregar un tono algo irritado a una expresión oral que sin él sería inexpressiva.

Es bastante corriente que la gente sea capaz de sentir emoción pero sea incapaz de expresarla. Esta gente, cuya condición se conoce como **alexitimia**, está en una situación distinta a la de aquellos que, como Elliott, no pueden expresar emoción porque no la sienten en absoluto. La incapacidad de expresar la emoción sentida surge probablemente cuando hay un trastorno de las conexiones neuronales entre las áreas de procesamiento emocional cortical (consciente) y las regiones del cerebro que controlan la expresión facial, el habla y otros medios físicos a través de los cuales se demuestran las emociones. Si, por ejemplo, la ruptura está entre el cerebro emocional y el área del habla en el hemisferio izquierdo, el resultado podría ser una extraña monotonía del habla. Esta gente podría decir en un tono totalmente tranquilo: «Estoy furioso». Y entonces, conscientes de que a la afirmación le falta algo, podría agregar: «Lo digo muy en serio».

La alexitimia priva a quienes la padecen de una herramienta social importante: la capacidad de transmitir de manera fluida y con economía de palabras cómo se sienten. Es una enfermedad desgraciada para cualquiera, pero en aquellos que quieren tener influencia a gran escala sobre otra gente puede ser desastrosa. Recordemos la voz ligeramente alexitímica del ex primer ministro británico John Major. «Sí, sí», decía el señor Major después de al-

guna afirmación mordaz. «Sí, sí.» Sin embargo, muchas veces sus palabras no le llegaban a nadie.

Y las emociones, en última instancia, están para eso: para «llegar». En sus expresiones más burdas nos obligan a golpear, a escapar o a gritar. Pero en el plano en el que por lo general las vivimos, su propósito es, fundamentalmente, generar un cambio emocional correspondiente en otras personas para que actúen de manera que nos sea beneficiosa. Es posible que la gente que se describe a sí misma como «demasiado emocional» sufra por su sobrecarga sentimental. Pero es más probable que la que se lleve las palizas en la cima de sus pasiones sea la que tiene a su alrededor. Las emociones existen para ayudarnos a manipular, a influenciar o a abusar de los que tenemos a nuestro alrededor, sea esto, o no, lo que conscientemente queremos hacer.



*El neurólogo francés Guillaume Duchenne hacía «sonreír» a este paciente aplicándole una corriente eléctrica a través de sus nervios faciales, como parte de sus investigaciones acerca de la anatomía de la expresión emocional.*

### *La expresión*

Para poder cumplir su función de influenciar a los demás, las emociones necesitan ser expresadas. Imaginemos por un momento que trabajamos para una compañía de comidas rápidas que nos exige acompañar cada pedido con una luminosa sonrisa. Tenemos una familia que mantener, y estamos a punto de atender a nuestro cliente número doscientos de ese día. Sentimos cómo se contraen nuestros músculos. Bien. Nuestra cara acaba de componer esa sonrisa social que es una de las aproximadamente 7.000 expresiones faciales que nuestra especie tiene en su repertorio.<sup>3</sup> Entre todas, estas expresiones nos proporcionan un formidable equipo de herramientas que hacen más fácil el contacto social. Algunas de ellas —en particular la sonrisa social— desempeñan un papel muy especial: nos permiten mentir acerca de nuestros sentimientos internos. Ésta es una capacidad que otros animales no tienen porque sus expresiones faciales están fuera de su control.

La sonrisa social es muy distinta de la genuina sonrisa de placer; para empezar, lo más probable es que la última haya desaparecido sin dejar rastros. La sonrisa espontánea dura más y desaparece más lenta y regularmente.<sup>4</sup> Pero la diferencia es todavía más fundamental: los dos tipos de sonrisa se forman a través de dos juegos distintos de músculos faciales que, a su vez, son controlados por dos circuitos cerebrales totalmente distintos. La sonrisa espontánea, llamada **sonrisa de Duchenne** en homenaje al anatomista francés que la identificó por primera vez, surge del cerebro inconsciente y es automática, mientras que la versión «¡Que lo pase usted muy bien!» viene de la corteza consciente y se la puede provocar a voluntad.

El cerebro consciente puede producir una amplia gama de expresiones por encargo, pero nunca son del todo iguales a las producidas automáticamente, porque algunos músculos faciales están fuera del control cortical. La sonrisa de Duchenne, por ejemplo, contrae todo un número de pequeños músculos que rodean la cavidad orbital del ojo, algo que la sonrisa social rara vez consigue. Una sonrisa dirigida a una persona a quien queremos o que es sexualmente atractiva implica también dilatación de la pupila —otro motivo por el cual la luz tenue, que

también hace que las pupilas se dilaten— es tan invitadora al romance.

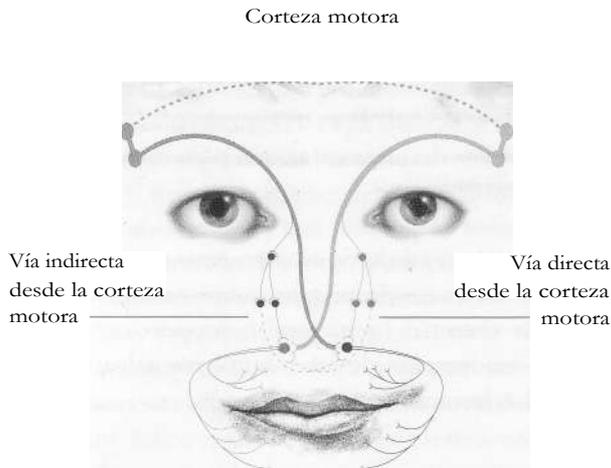
Las expresiones de emoción son muy similares en todas partes del mundo, lo que sugiere que los circuitos están bien soldados al cerebro y no culturalmente moldeados. Las expresiones básicas son la tristeza, la felicidad, la aversión, el enfado y el miedo. Los miles de otras caras que ponemos son combinaciones de éstas.

Los niños responden con propiedad a las expresiones faciales casi desde el momento en que nacen, pero lo van haciendo progresivamente mejor a medida que crecen.<sup>5</sup> La mejora es proporcional al canon de maduración de los lóbulos frontales, el área cortical relacionada con la emoción.



A las expresiones de miedo<sup>6</sup> las recoge y las identifica la amígdala, un pequeño pedazo de tejido en el área límbica inconsciente del cerebro. Una parte de la amígdala responde a la expresión facial, y la otra es sensible a las calidades tonales de la voz, la ronquera que delata el enfado o el temblor que delata el miedo. La amígdala izquierda parece responder más a la expresión vocal, mientras la amígdala derecha es más sensible al movimiento facial. De esto se deduce que las personas que tienen una amígdala hipersensible podrían sentirse ofendidas fácilmente, mientras aquellas que tienen una amígdala que reacciona lentamente pueden parecer aburridas o indiferentes.

El disgusto —que significa literalmente «falta de gusto», es decir, «mal gusto»— se expresa en la cara en un claro mohín de la nariz, entrecerrado de los ojos y fruncido de los labios. Los escanes del cerebro enseñan que mirar a una persona que tiene esta expresión pone en actividad la **corteza insular**

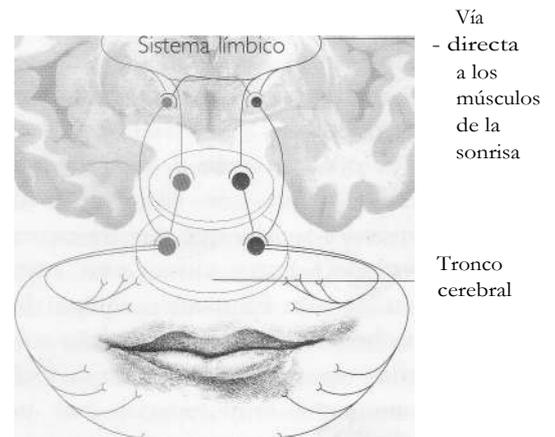


CIRCUITO DE LA SONRISA VOLUNTARIA

De izquierda a derecha: *Los nervios que hacen sonreír a los labios pueden ser conscientemente controlados (izquierda), pero los que producen arrugas alrededor de los ojos (derecha) son principalmente controlados por las vías neurales que surgen del sistema límbico inconsciente.*

**anterior**, un área del cerebro que también es estimulada por los sabores desagradables. La visión de una expresión de intenso disgusto activa asimismo el circuito del cerebro que conecta la corteza con el sistema límbico de quien lo observa. Esto sugiere que cuando miramos a una persona que expresa disgusto moderado lo registramos sólo con el cerebro consciente. Pero si la expresión de la persona cambia a una expresión de intenso disgusto, entra en juego nuestro cerebro emocional, el que de verdad nos hace sentir disgusto —aparte de reconocerlo conscientemente en la otra cara—.7

Algunos gestos físicos (el encogimiento de hombros despreciativo de los franceses, la pelvis avanzada para expresar agresión, la caída de hombros de la resignación) parecen ser procesados por el cerebro de manera parecida a la de las expresiones faciales y tonales. Los payasos, los mimos y los dibujantes de historietas exageran estos gestos y, cuando lo hacen bien, los mensajes que mandan a través de



CIRCUITO DE LA SONRISA ESPONTÁNEA

las posturas del cuerpo y de los movimientos dicen muchísimo. En la vida diaria la gente educada tiende a limitar su lenguaje corporal. Sin embargo, algunas personas son exquisitamente sensibles a este lenguaje. En palabras de una de estas personas: «A veces me encuentro con que el cambio de postura de una pierna, o el movimiento de una cadera, me llegan como un ceño fruncido o una risita. Cuando me pasa eso la reacción emocional es muy rápida y subconsciente. Inesperadamente me doy cuenta de que contesto una emoción que en realidad sé que la otra persona nunca tuvo intención de hacerme llegar. Las emociones más corrientes que recibo de esta manera son las sonrisas, pero de vez en cuando también recibo otras. Aproximadamente una vez al mes me llega una carcajada y, por supuesto, la devuelvo con otra, como si me provocaran el reflejo de golpear la rodilla. Si alguien me pregunta qué me pasa —cosa que no suele suceder— contesto simplemente: «Oh, lo siento. Estaba pensando en otra cosa».8

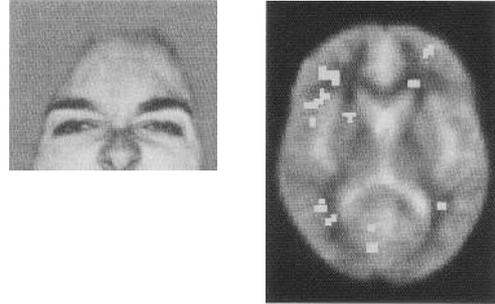
Alguna gente es tan sensible a la expresión emocional que prácticamente está dotada con un detector de mentiras. Los sistemas de registro de expresión facial basados en la medición objetiva del tono muscular tienen, en el mejor de los casos, una veracidad del 85 % para detectar si una persona mien-

te o no.<sup>9</sup> Pero algunas personas se dan cuenta cuando alguien está mintiendo con certeza casi absoluta.

Sin embargo, la mayoría de nosotros somos sorprendentemente torpes para detectar la falta de honestidad en la expresión facial. En un experimento se le enseñó a un grupo de enfermeras una película de gente que sufría heridas gravísimas. A otro grupo se le enseñó una película agradable. Se entrevistó entonces a los dos grupos para comentar lo que habían visto y cómo se sentían en consecuencia. Al grupo que había visto la película agradable se le dijo que contestara todas las preguntas honestamente. A las otras enfermeras se les dijo que sonrieran alegremente y simularan haber visto la película agradable. Se les dijo que era una prueba para ver si podían mantener una apariencia de «no-hay-nada-de-qué-preocuparse» en caso de un desastre real. Entre los interrogadores de las enfermeras había psicólogos, jueces, detectives, funcionarios de aduana, agentes de servicios secretos, adultos sin especialidad y estudiantes universitarios. El único grupo que demostró alguna habilidad para distinguir a las que mentían de las que decían la verdad fue el de los servicios secretos, y lo hizo sobre todo usando técnicas que no dependían de juzgar las expresiones faciales (ingeniosas preguntas capciosas, etc.).<sup>10</sup>

Si tenemos en cuenta lo elaborado que es nuestro sistema de expresión emocional, resulta extraño a primera vista que seamos tan torpes a la hora de interpretarlo. Una posibilidad es que nuestra capacidad de pasar por alto o malinterpretar las emociones sea precisamente la parte más elaborada del sistema, cosa que nos permite vivir amontonados y disfrutar la vida, reírnos de chistes que ya hemos oído antes, tragarnos por conveniencia mentiras inocentes, y encontrar verosímiles los culebrones a pesar de las malas interpretaciones.

Otra posibilidad es que estemos usando las mismas expresiones tanto para generar sentimientos como para demostrarlos, y que haga falta un poco de engaño para que esto funcione.<sup>11</sup> Si, por ejemplo, contraemos la frente para fruncir el ceño, los nervios que provocan la inervación de los músculos mandan un mensaje al cerebro que dice: «Aquí hay algo que anda mal. Estamos preocupados». Esto sembra una semilla de preocupación verdadera —una sensación que se manda de vuelta -a los músculos que



*Cuando se mira la fotografía de una persona que expresa repulsión extrema (izquierda), el escán (derecha) desencadena actividad cerebral en el observador, actividad localizada en la misma área que se ilumina en quien está sintiendo la repulsión. Cuanto más intensa es la expresión de desagrado, más reacciona el cerebro.*

provocan el ceño fruncido y se acentúa la expresión—. El ciclo de feedback manda entonces un mensaje más intenso que el anterior al cerebro: «Las cosas se están poniendo peor». A esta altura tal vez la semilla germine ya y desencadene un verdadero torrente de ansiedad. Una vez que llega esta sensación, el cerebro trata de encontrar por ahí un motivo que se la explique. Siempre hay alguno para preocuparse si se lo busca bien y, una vez que lo hemos encontrado, alimenta la sensación de desasosiego todavía más, creando una continua escalada en espiral. Las terapias conductistas —una de las formas de psicoterapia más eficaces— enseñan a la gente a sacar ventaja de este mecanismo de realimentación. Con el simple reemplazo del ceño fruncido por una sonrisa, se intenta convertir sentimientos negativos —tales como la preocupación— en sentimientos positivos.

Las expresiones también pueden transmitirles emociones a los demás. Ver a una persona que muestra un intenso disgusto, recordemos, activa las áreas del cerebro del observador relacionadas con sentir disgusto. De manera parecida, si sonreímos, el mundo nos sonrío a nosotros (hasta cierto punto).

Experimentos en los cuales se colocaron pequeños sensores en los «músculos de la sonrisa» a personas que miraban caras enseñaron que la vista de otra persona sonriente desencadena automáticamente una mimetización, aunque sea tan sutil que casi no se vea. Una ínfima sacudida de un músculo facial

## EL ÉNFASIS SEMÁNTICO DEL GESTO

El solo hecho de hablar con alguien puede ser un suplicio en gente que tiene dificultades para reconocer expresiones faciales y tonales. Un hombre con este problema lo explica así:

«He aprendido a mirar la boca de la persona con quien estoy hablando y a fijarme cuándo enseña los dientes. Así sé cuándo está sonriendo. También miro los ojos. Cuando la gente sonríe se arruga la piel alrededor de los ojos. El problema es que para cuando me he dado cuenta ya voy atrasado. La conversación ya ha seguido adelante, y yo devuelvo la sonrisa con retraso. Eso no le gusta a la gente. Creo que les debe de parecer que no les estoy haciendo caso de verdad.

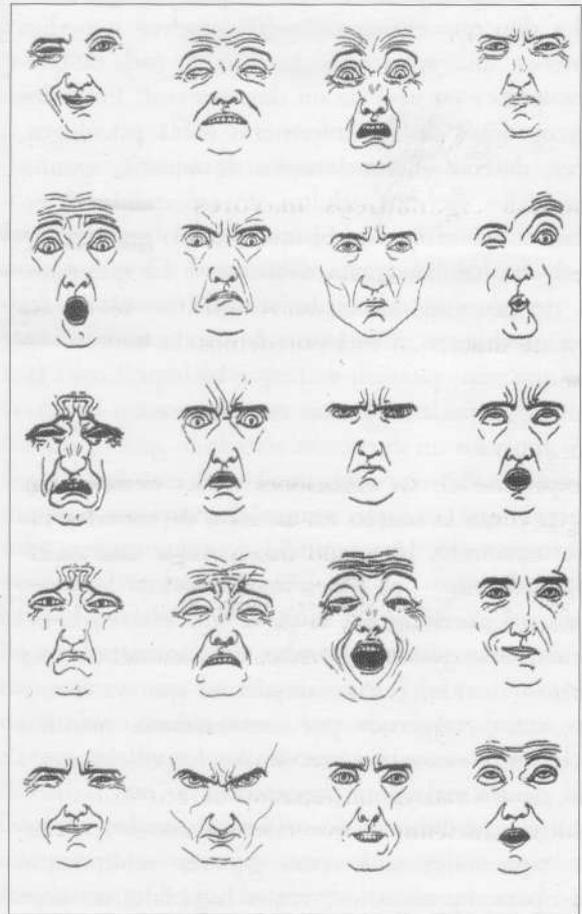
»La gente normal debe de estar intercambiando una cantidad enorme de información a través de sus expresiones. Me he dado cuenta porque sé que me pierdo muchas cosas cuando escucho las conversaciones de otra gente. Se transmiten cosas sin palabras. Eso te hace sentir que te quedas fuera.

»Pero lo peor de todo es que muchas veces la gente no me toma en serio. Cuando uno no ve las expresiones de los demás tampoco aprende a hacerlas uno mismo. De manera que, a menos que haga un gran esfuerzo, con mi propia cara no expreso nada. A la gente le parece que no digo lo que pienso. A veces hasta cree que estoy mintiendo.

»Antes me dolía mucho. Ahora me aseguro de enfatizar lo que digo agregando palabras. Si alguien me da algo de comer y quiero decirle que me gusta, en vez de simplemente "Está bueno", trato de decir algo especial, algo como "Las especias que lleva son realmente acertadas". Si quiero hacerle entender a alguien que estoy enfadado, es probable que lo insulte. No me gusta hacerlo, pero a veces es la única manera de hacerle llegar lo que quie-

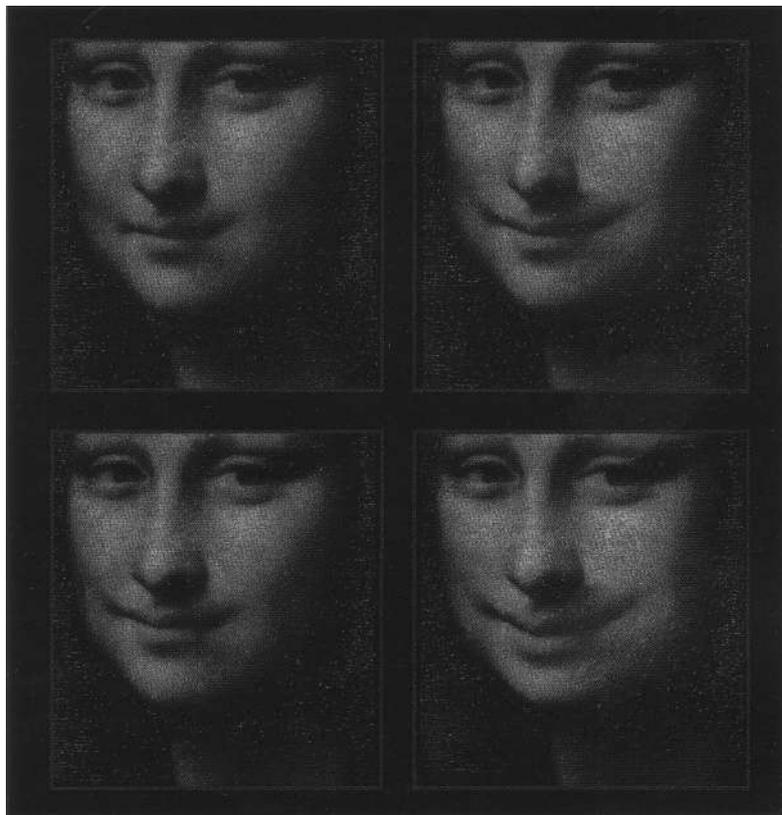
ro decir, y ahora se ha convertido para mí en una costumbre.

»Por todo esto, me cuesta mucho trabajo tratar con la gente. A veces me siento demasiado cansado para intentarlo y me encierro un rato. Te puedes sentir muy solo.»<sup>23</sup>



*Las caras humanas pueden expresar una amplia gama de emociones. En la ilustración podemos ver distintas expresiones que aparecen en el libro El arte de la pantomima, de Charles Aubrey, 1927.*

*La sonrisa de Mona Lisa (arriba a la izquierda) es una versión amable de la sonrisa de Duchenne. La sonrisa va perdiendo su encanto a medida que se la va transformando (por ordenador) desde era sonrisa de Duchenne exagerada (arriba a la derecha) hasta la típica «sonrisa ociosa» (abajo).*



puede ser suficiente para desencadenar el mecanismo de feedback, de tal manera que el cerebro concluye que está pasando algo bueno por ahí fuera. Y genera un sentimiento de placer.

Probablemente sea éste el motivo por el cual a los empleados que sirven hamburguesas se les ordena que sonrían. Si activar el día entero los **musculos cigomáticos mayores** los mantiene en estado de continua alegría —como tendríamos que esperar de acuerdo a los estudios anteriormente descritos— está por demostrarse.

### *El enfado*

La expresión de las emociones no es siempre tan sencilla como la sonrisa en un local de comidas rápidas. La furia y el miedo hacen surgir una cantidad de reacciones (como los arrebatos de los conductores, la matonería y las fobias) que hoy no nos salvan de nada y sólo sirven para hacer del mundo un sitio más sombrío de lo que podría ser.

Igual que el sonreír, estas reacciones pueden ser bien estar conectadas con alguna señal exterior o bien surgir a raíz de un espasmo de actividad en la mente inconsciente, espasmo sobre el cual la persona puede tener poco o ningún control. Es posible hasta llegar a matar a una persona como resultado de un reflejo de este tipo.

Uno de cada tres homicidas declara no recordar nada acerca del momento en el cual cometió el crimen. El caso de Patrick, contado por el neurólogo estadounidense Richard Restak, es típico. Después de dieciséis años de un matrimonio razonablemente feliz, este hombre de cuarenta y dos años le dis-

paró a su mujer durante algo que, visto desde fuera, parecía un ataque de celos. Sin embargo, Patrick declara no recordar nada del episodio: sólo una sensación de «arrebato-aturdido-fuera-de-control», seguido por un espacio en blanco y luego por la vista de un cuerpo muerto y un arma humeante.

Hay varias maneras de mirar el olvido selectivo de los homicidas. El enfoque psicoanalítico sostiene que el conocimiento de nuestros actos terribles es insoportable para el ego y, por tanto, lo reprime. La posición escéptica es que la amnesia es un claro intento de conseguir una sentencia leve. Y la idea más reciente —y también más discutida— es que esta gente realmente no recuerda su crimen porque, a efectos prácticos, estaba «ausente» en el momento de cometerlo.

¿Es realmente posible que una persona inconsciente saque un arma y haga todo lo necesario para prepararla, apuntar y disparar, todo ello mientras la víctima está probablemente gritando y temblando? Si creemos a quienes lo perpetran, la respuesta es que sí. Algunos incluso sostienen haber llevado a cabo

agresiones prolongadas y en apariencia calculadas en este estado, entre ellas violaciones. Investigaciones neurobiológicas recientes de la que tal vez sea nuestra emoción más poderosa —el enfado— sugieren que al menos algunos de ellos dicen la verdad.

La amígdala, como hemos visto, es el sistema de alarma del cerebro, el generador central de estados de la mente que ha evolucionado para ayudarnos a sobrevivir cuando estamos amenazados. Estimular una parte de la amígdala produce la reacción de miedo típica: una sensación de pánico combinada con el deseo de huir. Si estimulamos otra parte, producimos lo que la gente describe como «sensación cálida y arrulladora» y un comportamiento excesivamente amigable: apaciguamiento. Pero la actividad de otro tercio de la amígdala resulta en explosiones de furia.

Reunir los mecanismos que desencadenan las tres estrategias básicas de supervivencia (la fuga, la lucha y el apaciguamiento) en sólo un pequeño pedacito de tejido tiene la ventaja de permitir que la transición de una a otra se pueda hacer rápidamente. Si un matón no cede ante una sonrisa —o ante la exhibición del trasero, si uno es un mono—, basta una mínima amplificación de actividad en la amígdala para desencadenar la huida. Y si es imposible huir, el aumento de actividad resultante nos da el impulso necesario para atacar, combinado con un sentimiento de enfado.

La desventaja es que vivimos en un mundo en el que tanto la huida física como la lucha probablemente tengan consecuencias más desastrosas que la amenaza original. Si, por ejemplo, nos enfrentamos a un jefe agresivo en una reunión de trabajo, el apaciguamiento es la única opción que puede no terminar en desastre, e incluso ésta tiene sus desventajas: todos conocemos las palabras especialmente despreciativas que se usan para calificar a aquellos que son demasiado conciliadores con sus superiores. Por tanto es esencial que las respuestas emocionales generadas por la amígdala tengan la mediación de la parte «pensante» del cerebro: la corteza.

Controlar las emociones es, en esencia, el proceso inverso del que se hace para sentir las. La amígdala recibe primero los estímulos emocionales a través de lo que Joseph LeDoux ha denominado «el rápido camino de tierra», es decir, el atajo, una vía

rápida que produce una respuesta automática casi instantánea —sonreír, saltar hacia atrás o lanzarse hacia adelante—. Sin embargo, un cuarto de segundo más tarde la información llega a la corteza frontal, donde se la adapta al contexto y se concibe un plan racional de acción para hacerse cargo de ella. Si el sentido común establece que es en efecto apropiada, una de las tres estrategias de supervivencia básicas continúa la reacción corporal que ya había empezado. Pero si la decisión racional es que se debe responder más bien verbal que físicamente, la corteza manda un mensaje al hipotálamo para que «calme un poco las cosas». El hipotálamo le indica a su vez al cuerpo que pare o que eche atrás los cambios que el cuerpo ya ha empezado a hacer. Esta disminución de la reacción corporal se registra a su vez en el hipotálamo vía el sistema de feedback, y el hipotálamo manda mensajes inhibitorios a la amígdala para que también ella se calme.

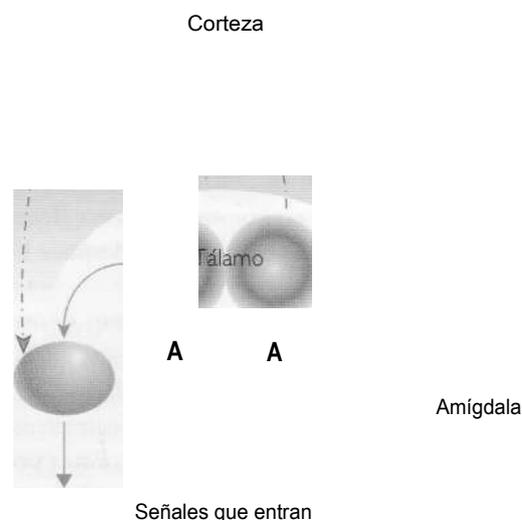
De esta manera, las emociones son controladas por las funciones más «elevadas» del cerebro. En la mayoría de la gente el mecanismo funciona bastante bien. Entonces, ¿por qué una minoría tiende a explosiones de furia aparentemente incontrolables?

Existen dos formas bastante evidentes de que se pierda el control sobre las emociones. Una de ellas sería que las señales mandadas de la corteza al sistema límbico fueran demasiado débiles o no estuvieran dirigidas para dominar la actividad que viene desde la amígdala. La otra sería que la amígdala y la corteza se activaran simultáneamente sin estímulo externo alguno.

La primera de las dos formas es obvia. La relativa debilidad y difusa distribución de las señales corticales es la que hace que los niños tengan muchos más arranques emocionales que los adultos. Los niños no controlan sus emociones porque los axones que llevan señales de la corteza al sistema límbico todavía tienen que madurar. Y las células del lóbulo prefrontal —donde tiene lugar el procesamiento racional de las emociones— no maduran del todo hasta la edad adulta. Por lo contrario, la amígdala está más o menos madura ya en el momento del nacimiento y, por tanto, es capaz de plena actividad. El cerebro joven está en consecuencia claramente desequilibrado: la corteza inmadura no puede oponerse a la poderosa amígdala.

La madurez cortical puede acelerarse con el uso. Los niños a quienes se les fomenta que demuestren control de sí mismos probablemente se vuelvan **más** emocionalmente recatados que aquellos a quienes se les permite que den rienda suelta a sus **rabietas**. Se debe a que, en general, la estimulación constante de un grupo de células cerebrales determinado —como el que se necesita para inhibir la amígdala— las hace más sensibles, y por tanto más fáciles de activar en el futuro. Es más o menos como dejar el televisor en *standby*. Por el mismo motivo, los niños que no activan a menudo el centro de control emocional de sus cerebros probablemente **sean** adultos con poco control de sí mismos cuando crezcan: el material cerebral necesario no fue **suficientemente** cuidado durante las etapas más críticas del desarrollo. Los niños de orfanatos rumanos **adoptados** por familias occidentales a finales de la década de los ochenta son una de las **demonstraciones** más tristes a este respecto. Hasta ser **adoptados**, se los estimuló poco o nada, no habían sido individualmente atendidos por adultos, y no habían recibido nada parecido al amor normal. De **manera que**, por mucho que los hayan querido en sus **hogares** adoptivos, gran número de ellos se han hecho adultos con profundos problemas emocionales y **sociales**. Una madre habla de su hija adoptiva de diez años: «Nicola no tiene la menor idea de lo que **es el amor**. La hemos tratado exactamente como a **nuestros** demás hijos, que son normales y cariñosos, pero ella nunca ha entendido de qué se trataba. No parece tener más relación con nosotros que con cualquier otra persona; cuando necesita cariño va a sentarse en las rodillas de un extraño lo mismo que **en las** de alguno de nosotros. Es bastante **inteligente**, pero no aprende a preocuparse por los demás. **Por** ejemplo, nunca tira de la cadena del váter **cuando** lo ha usado. Se lo decimos una y otra vez, pero no se molesta en hacerlo. No es que quiera irritarnos; más bien no parece tener conciencia de que existimos». <sup>12</sup>

Harry Chugani, del Hospital de Niños de Michigan, ha hecho escanes de los cerebros de algunos de **estos** niños y ha encontrado que casi todos ellos muestran claras excentricidades funcionales en varias áreas relacionadas con las emociones. «La ventana por la cual se puede estimular emocionalmente a los



*La información emocional llega al cerebro consciente y a la amígdala a través de dos rutas. La vía hacia la amígdala es más corta, de manera que las reacciones emocionales inconscientes son más rápidas que las conscientes.*

niños si se quiere que sientan esas emociones durante el resto de su vida dura muy poco tiempo —dice Chugani—. Éstos perdieron esa oportunidad y la evidencia aparece en sus cerebros.»<sup>13</sup>

Las lesiones en la corteza emocional también pueden reducir la capacidad de inhibir la actividad de la amígdala. Como hemos visto, la actividad en esta área puede producir tres tipos de reacción claros: el apaciguamiento —esa amabilidad excesivamente ansiosa, nerviosa, que la mayoría de nosotros identificamos como poco sincera—, el miedo y la furia. Se ha visto que las pequeñas lesiones irritativas de esta área producen comportamiento agresivo y enfado, y cierto número de estudios de asesinos ha encontrado evidencia de lesiones y trastornos cerebrales. Un estudio de escanes cerebrales en cuarenta y un asesinos convictos (treinta y nueve hombres y dos mujeres) enseñó que la mayoría tenía actividad reducida en el lóbulo frontal. Esto, como veremos en el CAPÍTULO puede comprometer seriamente la capacidad de una persona para controlar sus impulsos. <sup>14</sup> El valor de los estudios de este tipo es cuestionable, porque todavía hay mucho que

cesidad de enfrentarnos a nuestra fobia. Otros miedos son más problemáticos.

Josephine, por ejemplo, le tiene miedo a las patas de pollo. Para poder atender sin peligro cualquier compromiso social que tenga que ver con comida, se ve obligada a prevenir con tiempo a sus anfitriones sobre esta curiosa particularidad. La única vez que no consiguió hacer llegar a tiempo el mensaje, Josephine se encontró de pronto delante de un plato de *coq au vin*. El hecho produjo una reacción de tal dramatismo que su anfitrión y ella terminaron en la sala de urgencias del hospital local. Ahora Josephine sale a cenar muy pocas veces.

¿Cómo aparecen fobias como ésta y por qué son tan difíciles de controlar?

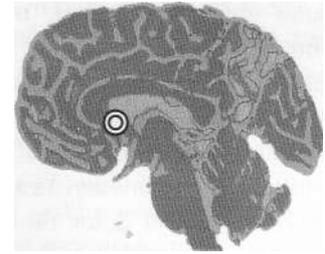
El potencial de ciertos miedos parece estar firmemente instalado en el cerebro como una memoria borrosa de las cosas que eran peligrosas para nuestra especie en el lejano pasado evolutivo. Estudios en animales y la observación cuidadosa de bebés demuestran un sobrecogimiento instintivo ante ciertos estímulos. Esta reacción no surge necesariamente la primera vez que el sujeto se encuentra con el objeto. Pero si durante ese primer encuentro aparece la menor sospecha de que el objeto es algo acerca de lo cual habría que preocuparse, generará un miedo profundo y permanente.

Las crías de monos nacidas en cautiverio no demuestran un miedo automático ante las serpientes, por ejemplo. Pero si se les enseña una serpiente y al mismo tiempo se les enseña una película donde otro mono tiene miedo, la serpiente se convierte en objeto de terror. No pasa lo mismo si el objeto que se les presenta es, por ejemplo, una flor. El miedo a las serpientes parece estar preprogramado en el cerebro de los primates, aunque pueda estar latente hasta que una señal apropiada lo desencadene.<sup>15</sup>

Los objetos fóbicos más corrientes son aquellos que alguna vez representaron un peligro mayor para las especies. Entre los seres humanos estos objetos son las serpientes y otros reptiles, las arañas, las grandes aves rapaces, los perros y las alturas. Sus raíces en nuestro pasado evolutivo son obvias. Las fobias a cosas que son peligrosas hoy, como los coches o las armas, son mucho menos corrientes.

Esto no quiere decir que el cerebro del recién nacido tenga un archivo policial de objetos poten-

*La amígdala es hipoactiva en las personas con tendencias psicopáticas*



«¿Está usted casado con un psicópata?», preguntaba un periódico británico. La respuesta mayoritaria fue «Sí», especialmente de mujeres que escribieron para contar que sus parejas presentaban los signos clásicos de la psicopatía: frialdad emocional, atropello, engaño, falta de remordimiento y amor al riesgo. Un estudio más cuidadoso, publicado por *Oxford Psychologists Press* en 1996, encontró que uno de cada seis gerentes cumplían con los criterios diagnósticos de la psicopatía o «trastorno de personalidad antisocial».

Los estudios de EFC en psicópatas llevados a cabo por Robert Hare, de la Universidad de la British Columbia, sugieren que estos trastornos pueden deberse al malfuncionamiento de la **amígdala**, particularmente la del hemisferio derecho. La amígdala normal se activa intensamente en presencia de estímulos emocionales. En cambio, la de los psicópatas demuestra poca o ninguna respuesta ante éstos. El escán cerebral muestra que mientras en la mayoría el hemisferio derecho se ilumina en situaciones emocionales, en los psicópatas están igualmente activos los dos hemisferios, lo que les libra de sentimiento de culpa, remordimiento y necesidad de castigo. Algunos psiquiatras lo creen debido a un daño cerebral, tal vez por falta de oxígeno antes o inmediatamente después del nacimiento, aunque otros sugieren que la falta de vínculo maternofilial —que media la hormona *ocitocina*— puede ser la responsable, ya que, dicen, es necesario para estimular y mantener la función normal de la amígdala.

cialmente peligrosos. Más bien está equipado para responder a ciertos estímulos bastante primarios: grandes objetos voladores, un determinado movimiento serpenteante a ras de suelo, las notas graves como las del gruñido de un perro, etc. Ciertas posturas y gestos humanos también parecen reconocerse inherentemente como posturas y gestos de miedo: la figura característica de un cuerpo humano doblado por el dolor de un ataque al corazón, por ejemplo, le hiela el alma a cualquier persona, aunque nunca lo haya visto antes y no tenga una idea clara de lo que está pasando.

En cualquier caso, este tipo de miedos «naturales» no son fobias. Una vez que reconocemos que la serpiente y la araña son inofensivas, la mayoría de nosotros podemos controlar el miedo. Los fóbicos no pueden. Su miedo está casi más allá del control consciente. No tiene nada que ver con la amenaza en sí, y hasta puede llegar a ser peligroso para la persona si le impide actuar con sentido común. Una persona con una fobia a las alturas, por ejemplo, puede quedarse literalmente paralizada de miedo cuando se le dice que se escape por la ventana de una casa en llamas y baje por una escalerilla.

Las fobias no tienen «valor de supervivencia»; es decir, no nos sirven para sobrevivir. ¿Qué es entonces lo que convierte un miedo en una fobia? Freud sostenía que los miedos irracionales surgían porque el objeto temido había terminado simbolizando algo que realmente era atemorizante, pero que, por algún motivo, era demasiado horrible o vergonzoso para ser reconocido. Uno de sus casos clínicos más famosos es el del pequeño Hans, un chico que le tenía miedo a los caballos desde que un día había visto a uno caerse en la calle. Freud llegó a la conclusión de que el miedo de Hans venía de un complejo de Edipo inconsciente: deseaba a su madre, pero le aterrorizaba que su padre lo pudiera castrar por ello, y ese miedo era transferido al caballo.

Hoy, por fin, se ha demostrado que este tipo de explicaciones son risiblemente sofisticadas. Las fobias pueden ser producidas manipulando mecanismos cerebrales bastante básicos; no hace falta enredarse con sofisticadas maquinaciones cognoscitivas como el simbolismo, el sentimiento de culpa o el deseo encubierto.

La raíz de las fobias es el «condicionamiento», el famoso proceso demostrado por el fisiólogo ruso Ivan Pavlov hace casi cien años. Pavlov demostró que los perros segregan saliva cuando suena una campanilla, una vez que en sus mentes el sonido de la campanilla ha sido relacionado con la comida. Infinidad de experimentos de tipo pavloviano han demostrado desde entonces que el miedo puede ser inducido tan fácilmente como la segregación de la saliva por un estímulo asociado, aunque no tenga relación con el miedo en sí. Las investigaciones más recientes, sobre todo las de Joseph LeDoux, han descubierto los mecanismos neurales que sustentan el miedo condicionado. Y, al descubrirlos, revelan las causas y apuntan hacia nuevos tratamientos de las fobias, la ansiedad, el pánico y el estrés post-traumático.

El miedo condicionado —al contrario que el miedo «corriente», que tiene una base racional— es un tipo especial de memoria. Se distingue de la mayoría de las memorias en que no tiene que ser recordado para tener efecto. Ni siquiera tiene que ser registrado conscientemente en el momento de asentarse. Para entender este proceso es necesario ver lo que pasa con la información potencialmente atemorizante, una vez que entra en el cerebro.

Todo lo que entra a través de los sentidos va primero hacia el tálamo, donde es discriminado y relanzado hacia las áreas de procesamiento más apropiadas. En el caso de los estímulos emocionales —la vista de una serpiente en la hierba, por ejemplo— la información se divide en dos y se envía por dos vías distintas. Las dos vías terminan en la amígdala, el sistema de alarma del cerebro y el generador de respuestas emocionales. Sin embargo, los caminos que toman desde allí son bien distintos.

El primer sendero va a la corteza visual, en la parte posterior del cerebro, la cual analiza la información y la manda más allá con el resultado que haya encontrado. A esta altura todavía se trata sólo de información: «Hay una cosa larga, delgada, que se menea y tiene dibujos en la espalda, aquí y ahora». Las áreas de reconocimiento del cerebro empiezan enseguida a trabajar en esta información para decidir qué es esta cosa larga que se menea. La información, que ahora lleva la etiqueta de «serpiente», dispara una descarga de conocimientos de la

memoria de larga duración acerca de las serpientes: .animal/distintos tipos/¿peligroso?». Todos estos elementos se suman para conformar un mensaje: .;Una serpiente, aquí, ahora, 000hhh!» (o algo así...). El mensaje es entonces enviado a la amígdala para que ponga el cuerpo en movimiento.

Como podemos ver, el primer sendero es largo e intrincado, y hay varias paradas en su recorrido. Dada la urgencia de la situación, si no contáramos con otro camino, el mecanismo resultaría peligrosamente lento. Hace falta un sistema de respuesta más rápido. Este sistema lo provee el segundo sendero que sale del tálamo, cerca de la amígdala, y conectado a ella por una gruesa banda de tejido neuronal. La amígdala está a su vez en estrecha conexión con el hipotálamo, que controla la respuesta de lucha o de huida del cuerpo. Estas conexiones forman el «atajo» de LeDoux, a lo largo del cual la información puede volar en milisegundos.<sup>16</sup>

El miedo condicionado parece estar formado por la información que recorre este atajo. A la mayoría de las memorias las codifica inicialmente el pequeñísimo pero importantísimo núcleo del sistema límbico llamado **hipocampo**. Aquí es donde están almacenadas todas las memorias conscientes recientes, y donde aquellas destinadas a convertirse en «mobiliario» permanente del cerebro son despachadas hacia la memoria de larga duración. Esto tarda mucho tiempo en ocurrir; pueden pasar alrededor de tres años hasta que una memoria tenga su lugar fijo en el archivo de larga duración. La gente que ha sufrido serias lesiones del hipocampo (un hecho poco usual) no recuerda nada de su pasado inmediato ni asimila nada nuevo. Éste es un estado terrible, como veremos más adelante, cuando encontremos personas a quienes les ha pasado.

De todas maneras, el hipocampo no parece ser responsable de la adquisición de toda la memoria. Existe el caso clínico famoso de una mujer que sufría una lesión del hipocampo tan grave, que no era capaz de recordar nada ni a nadie durante más de unos segundos. De manera que cada vez que su médico la veía cuando le pasaba consulta tenía que presentarse formalmente a ella de nuevo. Normalmente lo hacía dándole la mano. Un día escondió un alfiler en la mano y cuando la mujer la cogió recibió un buen pinchazo. Pareció olvidar todo en po-

cos segundos y para el siguiente encuentro parecía no identificar al médico, como de costumbre. Sin embargo, esta vez se negaba a darle la mano. No podía explicar por qué, simplemente tenía miedo de hacerlo. El pinchazo había dejado sin duda una impresión duradera en algún nivel.

La investigación reciente sugiere que las memorias inconscientes de este tipo se almacenan en la amígdala —un área del cerebro en la cual nunca antes se había pensado como almacén de memoria—. Lo que LeDoux cree es que la amígdala asienta las memorias inconscientes de forma muy parecida a la que el hipocampo asienta las conscientes. De la misma manera, cuando se recuerda un hecho, el sistema hipocámpico traerá recuerdos conscientes, mientras que el sistema afincado en la amígdala generará una especie de reminiscencia física, reconstruyendo el estado de su propio cuerpo que provocó la experiencia original: un corazón acelerado, manos sudorosas, etc.

Si una memoria está grabada en la amígdala con suficiente intensidad puede ser casi incontenible, y llegar a desatar reacciones corporales tan dramáticas que una persona sea capaz de volver a «vivir» el trauma que la desencadenó completo, con repetición sensorial y todo. Del mismo modo que la mayoría de las memorias atemorizadoras, este estado de estrés postraumático está bastante claramente ligado a una experiencia determinada. A veces, sin embargo, las memorias inconscientes afincadas en la amígdala aparecen sin los recuerdos conscientes que las pudieran relacionar con un hecho concreto. El miedo irracional que se siente puede en esos casos ser vago (una pequeña nube de ansiedad) o ser intenso y repentino (un ataque de pánico). Si la sensación la provoca un estímulo consciente es posible que aparezca en forma de fobia.

Es en particular probable que las memorias inconscientes generadas durante sucesos de mucha tensión se establezcan porque las hormonas y los neurotransmisores liberados en esos momentos vuelven más excitable a la amígdala. Estos agentes también parecen afectar al procesamiento de las memorias conscientes.

Durante un trauma, la atención se centra muy específicamente en algo, y cualquier cosa que sea el centro de la atención se asentará en la memoria

de alguna manera conscientes —un asunto contencioso ya en sí mismo—, la rata de LeDoux estaba en un estado similar.

Cuando la rata se recuperó de la citada operación, LeDoux volvió a hacer sonar el tono. Presumiblemente, la rata no podía oír nada en su corteza, pero seguía demostrando tener miedo. El que generaba el mecanismo intacto del oído parecía ser registrado, sin ser «oído», en el tálamo y en la amígdala, que producían una reacción emocional, aunque es posible que el animal no supiera a qué demonios estaba reaccionando. 17

Es fácil darse cuenta a través de todo esto cómo se crean aparentemente los miedos irracionales y las fobias. También se deduce que se volverán más problemáticos en tiempos de estrés, cuando la amígdala está excitada por las hormonas que circulan. Esta misma hiperexcitabilidad podría explicar por qué la gente que padece una fobia desarrolla muchas veces otros miedos irracionales cuando está ansiosa o en estado de estrés crónico. LeDoux ha llamado «atajo» a esta vía porque sólo la información cruda puede viajar por ella. Su rata sorda, por ejemplo, no podía distinguir con facilidad entre el tono musical que inducía miedo y otro sonido similar. De la misma manera, las memorias asentadas en la amígdala, y recordadas desde allí, es probable que sean más imprecisas que aquellas procesadas por el hipocampo. Y un miedo puede desembocar en otro con facilidad cuando las hormonas del estrés excitan frenéticamente a la amígdala.

Una vez visto cómo podrían generarse los miedos irracionales, ¿por qué no erradicarlos? Uno puede dejar de preocuparse por los propios miedos normales cuando resultan no tener valor de protección. Pero las fobias son resistentes a la influencia del sentido común porque no implican en manera alguna a la parte pensante del cerebro.

La investigación reciente, sin embargo, apunta hacia la posibilidad de evitar que las memorias atemorizantes se arraiguen. Los experimentos con ratones enseñan que, por lo menos en estos animales, hace falta una proteína cerebral determinada para que se almacenen las memorias atemorizantes. La proteína, compuesta por un solo gen, tiene un nombre difícil de recordar: **Ras-GRF**. Los investigadores Riccardo Brambilla y Rudigar Klein, del Labo-

ratorio Europeo de Biología Molecular de Heidelberg, crearon una línea fija de ratones que no tenían el gen que codifica el Ras-GRF. Los ratones mutantes parecían tener cerebros normales, pero su comportamiento resultó ser muy extraño. Brambilla y Klein metieron a estos ratones junto con otros ratones corrientes en una jaula donde recibieron un *shock* atemorizador. Luego los sacaron y, media hora más tarde, intentaron que todos los ratones volvieran a entrar en la jaula. Ninguno de ellos, mutantes o corrientes, quiso entrar. Al día siguiente, los investigadores le dieron una segunda oportunidad de entrar en la cámara de torturas a todos los ratones. Los ratones corrientes rechazaron la invitación; obviamente estaban todavía muy atemorizados. Pero los ratones mutantes entraron de inmediato. La melumia del día anterior parecía haber desaparecido. 18

El Ras-GRF puede no funcionar de la misma manera en seres humanos y, por cierto, no es muy probable que se haga manipulación genética en seres humanos dirigida a evitar que la gente desarrolle miedos de larga duración. Pero, de todas formas, el hecho de que haya sido descubierto un agente químico singular, que desempeña un papel tan importante en la creación de la memoria, sugiere que un día tendremos fármacos que puedan moderar, o hasta incluso erradicar, las memorias insoportablemente dolorosas.

Entre tanto, los miedos condicionados son especialmente difíciles de extinguir. El tratamiento que se ha impuesto con el paso del tiempo es el de forzar a la persona (o al animal) a enfrentarse con el objeto temido una y otra vez hasta que haga una asociación nueva: *objeto temido = seguridad* v no: *objeto temido = peligro*. Ésta, sin embargo, es una asociación consciente, y, como tal, se forma en la corteza. Para ser precisos, la parte media de la corteza prefrontal, un área situada directamente detrás de la mitad de la frente.

Las nociones basadas en la corteza frontal pueden llegar a dominar las propuestas hechas por la corteza basal. Pero no las pueden erradicar. Por este motivo, cuando empiezan a circular las hormonas del estrés y la amígdala está chispeante de actividad, una persona con una fobia que normalmente se controla bien puede volver a sucumbir ante un miedo horrible.

*EMOCIONES: EL ICEBERG DEL CEREBRO*

JOSEPH LEDOUX

*Profesores de Ciencias de la cátedra  
Henry y Lucy Moses, Universidad de  
Nueva York*

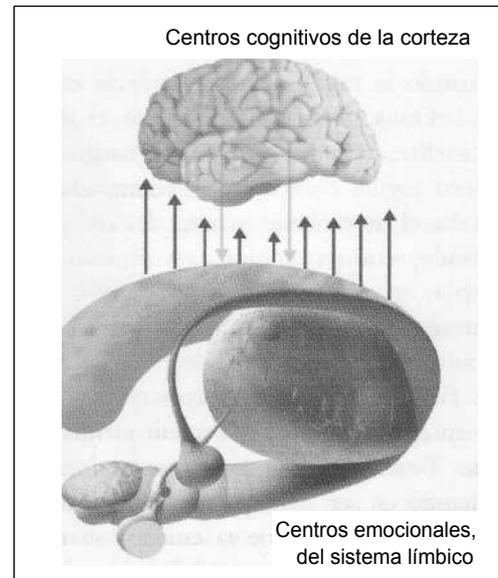
***En The Emotional Brain Joseph LeDoux  
demuestra que las emociones son esencialmente  
mecanismos de supervivencia.***

No hay ningún dispositivo para las «emociones» en el cerebro, ni ningún sistema específico dedicado a esta función fantasma. Si queremos entender los fenómenos que denominamos emociones, tenemos que fijarnos en sus tipos.

Todos los sistemas evolucionaron para resolver los distintos problemas con los que se encuentran los animales, y cada uno tiene una base neurológica separada. El sistema que utilizamos para defendernos del peligro es distinto del que utilizamos para procrear, y las sensaciones que tenemos cuando se activan estos dos sistemas —miedo y placer sexual— no tienen un origen común.

Los sistemas cerebrales que generan conductas emocionales tienen profundas raíces en nuestro pasado evolutivo. Todos los animales, incluidos los seres humanos, tienen que hacer ciertas cosas para sobrevivir. Entre otras, comer, defenderse y reproducirse. Esto es tan cierto para los insectos y gusanos, como para los peces, ratas y seres humanos, y los sistemas neurológicos que logran estos fines son bastante parecidos en todas las especies con cerebro. Pero no significa que todos los cerebros sean iguales, sólo sugiere que si queremos saber qué es el ser humano, tenemos que descubrir en qué nos parecemos y diferenciamos de los animales.

Nadie sabe con seguridad si los animales son conscientes, aunque no es necesario que tengan sensaciones emocionales conscientes para que sus sistemas emocionales hagan su labor, como tampoco los es para el funcionamiento del sistema emocional humano. Las respuestas emocionales se generan en su mayor parte inconscientemen-



*Hay más volumen de tráfico neural que asciende desde el sistema límbico que el que desciende desde la corteza. Esto significa que la parte emocional de nuestro cerebro tiene más poder para influir en la conducta que la racional.*

te. Freud acertó cuando describió la conciencia como la punta del iceberg mental.

Las emociones conscientes son en cierto modo un señuelo —el sistema que detecta el peligro, por ejemplo, es el mecanismo fundamental del miedo— y la sensación y la conducta que provocan son respuestas superficiales orquestadas por el mecanismo inicial, lo que no significa que las sensaciones no sean importantes, sino que tenemos que profundizar para entenderlas. Suceden sin provocarlas. Intentamos manipularlas —comemos cosas apetitosas, bebemos alcohol y tomamos drogas—, pero todo lo que hacemos es disponer el mundo externo para que ponga en marcha ciertas emociones; no podemos controlar nuestras reacciones emocionales directamente. Nuestro control consciente sobre las emociones es débil, pues la construcción del cerebro en este punto de nuestra evolución favorece a las emociones: las conexiones desde los sistemas emocionales hasta los cognoscitivos son más fuertes que las que van en sentido contrario.

### *El sitio más oscuro*

Cuando Jennifer estaba más deprimida, pensó que estaba muerta. Sus médicos le explicaron que su corazón seguía latiendo, que sus pulmones seguían **bombeando** y que su piel seguía estando caliente. Pero a ella no le impresionó demasiado todo esto. Con la frustrante lógica de circuito cerrado de la **gente** verdaderamente desilusionada, Jennifer insistió en que ninguna de esas manifestaciones **querían**, por necesidad, decir que hubiera vida, **puesto que** se estaban manifestando en ella y ella estaba muerta.<sup>19</sup>

El primer informe sobre una persona que creía estar muerta es de 1788, cuando el médico francés Charles Bonnet refirió el caso de una mujer mayor que insistió en ser amortajada y metida en un ataúd. Al principio, la hija que la cuidaba se resistió. Sin embargo, la mujer insistió tanto, que al final se salió con la suya. Una vez dentro del ataúd la mujer se quejó de su mortaja, diciendo que no era del color que tenía que ser. Luego se durmió. Su hija y los sirvientes la sacaron del ataúd y la metieron en **la** cama, pero al despertar, la mujer se puso furiosa **y** exigió que la metieran otra vez en el ataúd **y** **la** enterraran. Se le negó el entierro, pero la pusieron de nuevo en el cajón, donde estuvo durante varias semanas hasta que la convicción —no la señora— sucumbió.<sup>20</sup>

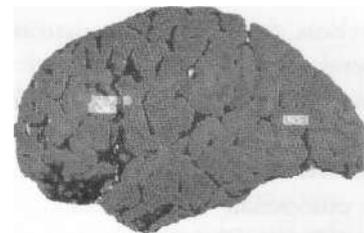
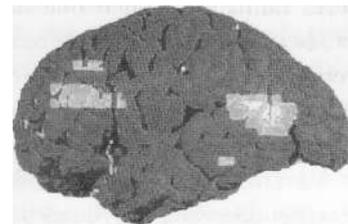
La convicción de estar muerto es lo bastante corriente para tener nombre: **ilusión de Cotard**, nombre del psiquiatra francés que reunió alrededor de una docena de casos. El análisis moderno de estos casos y de otros más recientes —como el de Jennifer— sugiere que todos sufren alguna lesión cerebral (aparentemente en el lóbulo temporal izquierdo) que trastorna su percepción del mundo hasta darle aire de irrealidad. En todo caso, esto por sí solo no explica la ilusión. Una de las cosas que tienen en común casi todos los «muertos vivos» es un serio fondo depresivo.

La depresión clínica atenta en particular contra la calidad de vida. Sus síntomas de desesperación, sentido de culpa, agotamiento, ansiedad, dolor y lentitud en el reconocimiento hace muchas veces que quienes la sufren quieran estar muertos. Y uno de cada siete de aquellos gravemente afectados cumplen su deseo a través del suicidio. In extremis,

la depresión puede disminuir la fuerza vital hasta el punto de que sea más fácil creer en la propia muerte —a pesar del evidente absurdo del concepto—, que creer que la vida sea tal horror.

¿Tiene nuestro gusto por la vida, y en última instancia nuestra creencia en que «estamos vivos», fundamento físico en la química o en la anatomía de nuestro cerebro? Hace veinte años la pregunta habría parecido tonta. Pero, desde entonces, a través de los antidepresivos, millones de personas han sido sacadas de un desinterés por la vida —que los invitaba a la muerte— para renacer en la alegría normal de vivir. Ya nadie duda seriamente de la relación causal entre la actividad cerebral y los estados de ánimo.

Las sensaciones también son distintas. La depresión es más que un simple estado de ánimo: también acarrea síntomas físicos como la fatiga, el dolor, trastornos del sueño y del apetito. Afecta a la memoria y entorpece el pensamiento. Pueden aparecer asimismo la ansiedad, el miedo y la agitación. Una persona deprimida por lo general se siente culpable, siente que no vale nada, que no es querida y que no puede querer. La vida parece no tener sentido y a las cosas les falta «significado». La partitura de música favorita o una pintura, por ejemplo, ya no se perciben como bonitas o significati-



*El cerebro de una persona deprimida (abajo) muestra menos actividad que el de una persona sana (arriba).*



**KA Y REDFIELD JAMISON**  
*Profesora de Psiquiatría, Facultad de Medicina, Universidad Johns Hopkins*

*Autora de Touched by Fire, publicado por Free Press en 1996.*

Durante años, los científicos han buscado algún tipo de conexión entre psicosis, depresión y producción creativa. A finales del siglo XIX y principios del XX, los investigadores estudiaron relatos de desórdenes del estado de ánimo escritos por artistas destacados y por sus médicos y amigos. Aunque en su mayor parte anecdóticos, sus trabajos indican claramente que los escritores, artistas y compositores de renombre —y sus parientes en primer grado— tenían mucha más probabilidad de experimentar desórdenes del estado de ánimo y de cometer suicidio que la población general.

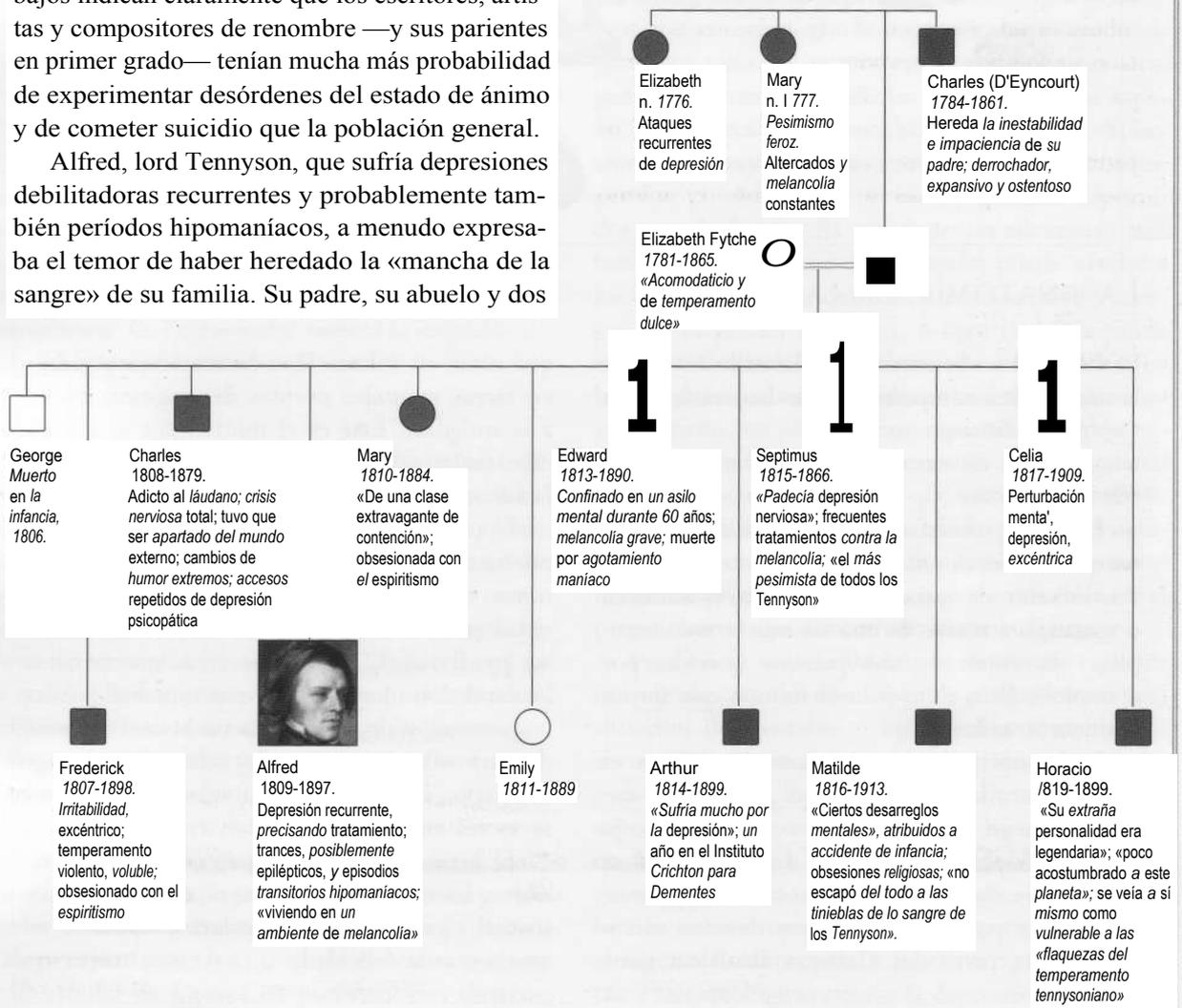
Alfred, lord Tennyson, que sufría depresiones debilitadoras recurrentes y probablemente también períodos hipomaniacos, a menudo expresaba el temor de haber heredado la «mancha de la sangre» de su familia. Su padre, su abuelo y dos

bisabuelos, así como cinco de sus siete hermanos, padecían demencia, melancolía, furor incontrolable, o lo que hoy se conoce como psicosis manícodepresiva.

Su hermano Edward fue encerrado en un manicomio sesenta años antes de su muerte. Lionel, uno de los dos hijos de Alfred, tenía un temperamento voluble, lo mismo que le ocurría a uno de sus tres nietos.

Las personas con psicosis manícodepresiva y las dotadas de creatividad comparten ciertos ras-

**Árbol genealógico de la familia Tennyson**



**Elizabeth**  
 n. 1776.  
 Ataques recurrentes de depresión

**Mary**  
 n. 1777.  
 Pesimismo feroz. Altercados y melancolía constantes

**Charles (D'Eyncourt)**  
 1784-1861.  
 Hereda la inestabilidad e impaciencia de su padre; derrochador, expansivo y ostentoso

**Elizabeth Fytche**  
 1781-1865.  
 «Acomodaticio y de temperamento dulce»

**George Muerto**  
 en la infancia, 1806.

**Charles**  
 1808-1879.  
 Adicto al láudano; crisis nerviosa total; tuvo que ser apartado del mundo externo; cambios de humor extremos; accesos repetidos de depresión psicopática

**Mary**  
 1810-1884.  
 «De una clase extravagante de contención; obsesionada con el espiritismo»

**Edward**  
 1813-1890.  
 Confinado en un asilo mental durante 60 años; melancolía grave; muerte por agotamiento maniaco

**Septimus**  
 1815-1866.  
 «Padecía depresión nerviosa»; frecuentes tratamientos contra la melancolía; «el más pesimista de todos los Tennyson»

**Celia**  
 1817-1909.  
 Perturbación mental, depresión, excéntrica

**Frederick**  
 1807-1898.  
 Irritabilidad, excéntrico; temperamento violento, voluble; obsesionado con el espiritismo

**Alfred**  
 1809-1897.  
 Depresión recurrente, precisando tratamiento; trances, posiblemente epilépticos, y episodios transitorios hipomaniacos; «viviendo en un ambiente de melancolía»

**Emily**  
 1811-1889

**Arthur**  
 1814-1899.  
 «Sufría mucho por la depresión»; un año en el Instituto Crichton para Dementes

**Matilde**  
 1816-1913.  
 «Ciertos desarreglos mentales», atribuidos a accidente de infancia; obsesiones religiosas; «no escapó del todo a las tinieblas de lo sangre de los Tennyson».

**Horacio**  
 /819-1899.  
 «Su extraña personalidad era legendaria»; «poco acostumbrado a este planeta»; se veía a sí mismo como vulnerable a las «flaquezas del temperamento tennysonian»

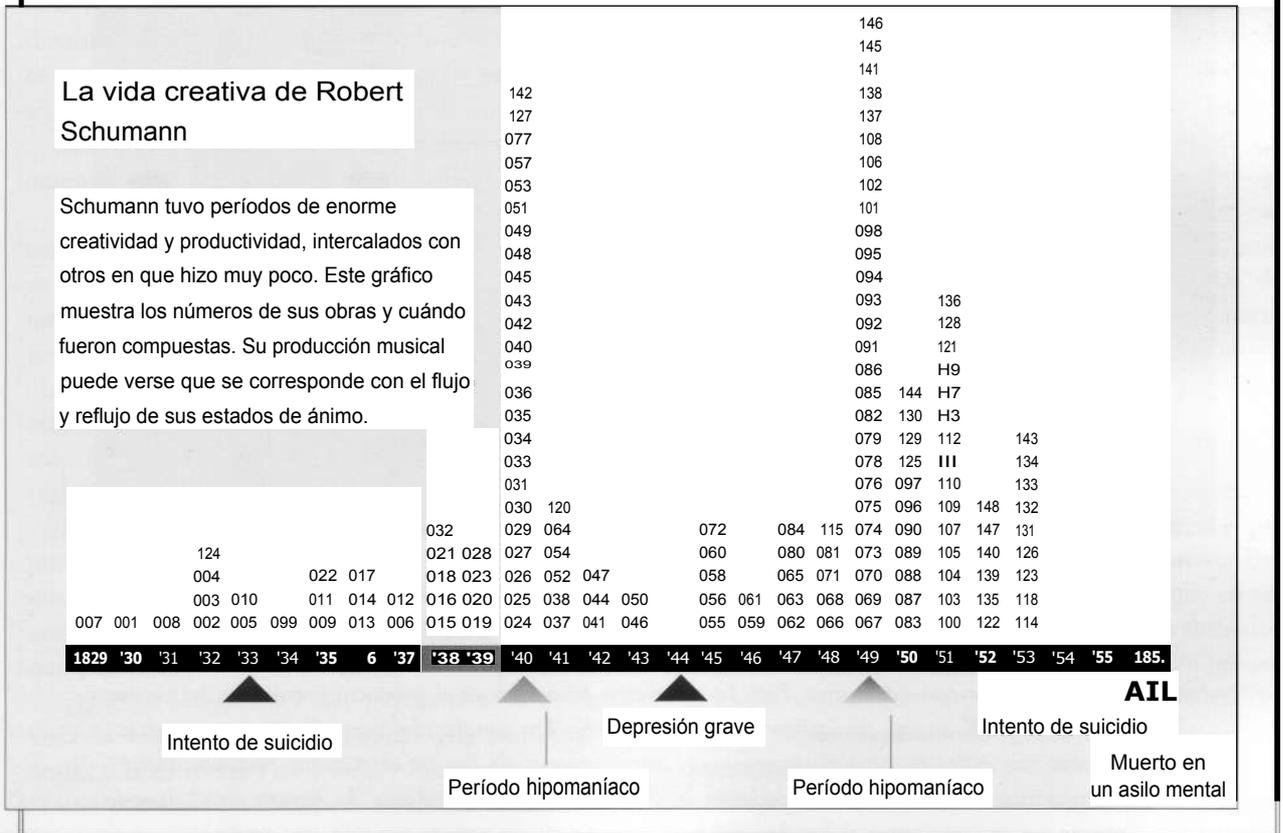
1

gos: capacidad de funcionar bien con pocas horas de sueño, concentración necesaria para trabajar intensamente, actitudes enérgicas y desasosegadas y capacidad para experimentar distintos tipos de emociones. Cuando la depresión cuestiona, rumia y vacila, la psicosis responde con vigor y certeza. La transición constante entre pensamientos constreñidos y expansivos, respuestas apagadas y violentas, puede ser dolorosa y desconcertante. No obstante, los que son capaces de superar o supereditar a su voluntad este caos, pueden adquirir una familiaridad con estos cambios que probablemente será útil en empresas artísticas.

Las obras musicales de Robert Schumann, tabuladas por años y número de la composición, muestran una sorprendente relación entre su estado de ánimo y su productividad. Fue un compositor prolífico en estado hipomaniaco, pero apenas compuso cuando estuvo deprimido. Los padres de Schumann eran clínicamente depresivos y dos parientes se suicidaron. El mismo

Schumann intentó suicidarse dos veces y murió en un psiquiátrico. Uno de sus hijos pasó más de treinta años en una institución mental.

A finales de los años ochenta, mientras pasaba un año sabático en Inglaterra, inicié un estudio sobre cuarenta y siete escritores y artistas plásticos británicos célebres. Para seleccionar lo mejor posible al grupo por su creatividad, escogí pintores y escultores que fuesen miembros de la Real Academia. Todos los dramaturgos habían ganado el Premio de la Crítica Teatral de Nueva York, o el Premio de Teatro del *Evening Standard* (Londres), o ambos. La mitad de los poetas estaban representados en *The Oxford Book of Twentieth-Century Verse*. Frente al 5 % de la población general con el mismo diagnóstico de desorden anímico, el 30 % de estos artistas y escritores había precisado tratamiento. Y el 50 % de los poetas —la fracción más importante de todos los grupos— había necesitado cuidados muy prolongados.





Lenguaje



Movimiento, sensación



Procesamiento visual



Pensamiento

*El IRMF ha ayudado a identificar las partes del cerebro implicadas en tareas mentales específicas.*

con una llave inglesa en la mano caminando hacia la cámara que lo filma —que aparenta ser un escáner—. Cuando está a unos pasos del escáner, el brazo que lleva la llave en la mano salta de pronto hacia arriba y se queda rígida, como en un extraño saludo horizontal, apuntando con la llave directamente hacia la cámara (el supuesto escáner). La es-

cena que sigue parece un dibujo animado: el hombre lucha contra un adversario invisible que tira de él. A medida que el hombre va siendo arrastrado hacia el escáner, la llave empieza a temblar como una hoja en la tormenta, y se le empieza a escurrir el hombre entre los dedos hacia la boca del escáner. El hombre la agarra con las dos manos y se arquea hacia atrás, pero es evidente que no puede sujetarla. Por fin, la herramienta sale disparada hacia la boca del escáner, donde se estrella contra un ladrillo estratégicamente colocado. La fuerza del impacto pulveriza el ladrillo.

La escena está pensada para demostrar el peligro de acercarse con algo metálico a un escáner de IRME. Estas máquinas son, básicamente, enormes imanes circulares. Su fuerza de gravitación es alrededor de cuarenta mil veces la de la Tierra. Es fácil ver que las consecuencias de entrar en uno de estos escáner, por ejemplo, con un marcapasos en el corazón, serían desastrosas. En cambio, si uno no tiene ningún metal encima, la IRME parece ser perfectamente segura —no ha habido menciones de ningún efecto biológico perjudicial procedente de ella—. Las técnicas poderosas de IRMF están permitiendo un escrutinio del cerebro con el que hace un par de décadas no se soñaba. Pero la cartografía del cerebro empezó mucho antes de ser inventadas las maravillosas máquinas escáneres.

Las dos áreas principales del lenguaje —que siguen figurando entre las referencias corticales más importantes del mapa— ya fueron identificadas por Broca y Wernicke hace más de cien años. Lo hicieron observando los cerebros de gente con trastornos del habla, al darse cuenta de que los sujetos con similares problemas tenían lesiones en los mismos sitios. Broca localizó el área que nos permite articular la palabra examinando *postmortem* los cerebros de personas incapaces de emitir palabras (normalmente como consecuencia de un derrame). Su caso clásico fue el de un hombre llamado *Tan*.

Tan se llamaba así porque eso era todo lo que decía cuando se le preguntaba su nombre. También era todo lo que decía cuando se le preguntaba su fecha de nacimiento, su domicilio, o qué quería cenar. Todo lo que Tan podía decir era «Tan», a pesar de que entendía perfectamente lo que se le decía.

## LA EVOLUCIÓN

El cerebro humano empezó su evolución cuando los peces desarrollaron un tubo para llevar los nervios hasta un punto central de control, que era sólo una prominencia en la parte superior de la espina dorsal. Después los nervios empezaron a repartirse en módulos especializados: algunos se hicieron sensibles a ciertas moléculas y formaron lo que hoy es nuestro **cerebro olfatorio**; otros a la luz, y se transformaron

en ojos, que se conectaron a unas neuronas —el **cerebelo**— que regulaban el movimiento. Constituía el **cerebro del reptil**, mecánico e inconsciente. Sus partes básicas siguen siendo las mismas y son la parte más primitiva del **sistema de tres secciones**, desarrollado

desde entonces. Después se desarrollaron más módulos: el **tálamo**, que permite que la vista, el olfato y el oído operen en conjunto; la **amígdala** y el **hipocampo**, que generaron un sistema primitivo de memoria, y el **hipotálamo**, que hizo posible la reacción a un espectro de estímulos más amplio. Así se formó el **cerebro del mamífero**, o **sistema límbico**, donde se generan las emociones.

Durante la evolución de los mamíferos, los módulos de los sentidos —en particular el de la vista— promovieron el desarrollo de una fina tela de células cuya disposición permitió formar entre ellas muchas conexiones neuronales



El cerebro del pez



El cerebro del reptil



El cerebro del mamífero

aumentando poco el tamaño. Es la **corteza cerebral**, donde emergió la conciencia.

Los mamíferos que habían de evolucionar hacia la especie humana siguieron desarrollando una corteza cerebral cada vez mayor, que desplazó al cerebelo hacia su actual posición. Lino de nuestros posibles ancestros, el *Australopithecus africanus*, tenía un cerebro con una forma parecida a la humana hace ya trescientos millones de años, pero con sólo la

tercera parte del tamaño actual. Hará un millón y medio de años, el

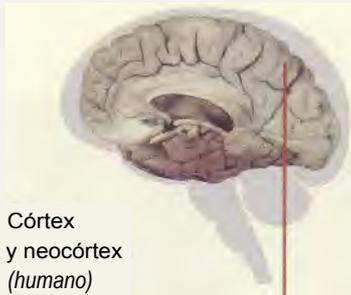
cerebro de los homínidos sufrió un crecimiento tan intenso y repentino que empujó hacia afuera los huesos del cráneo, creando así la frente alta y plana y la cabeza abovedada que nos distingue. Las áreas que más se expandieron o que aparecieron durante este incremento son las relacionadas con las actividades consideradas «humanas»: pensar, organizar, y, sobre todas, comunicarse.

El desarrollo del lenguaje fue seguramente el trampolín para dar el salto de **homínido** a **humano**. Dio a nuestros ancestros mucho en qué pensar, y necesitaron mucho tejido cerebral para acomodar la nueva actividad. Así, los lóbulos

frontales del cerebro se expandieron —casi un 40 % para crear grandes áreas de nueva materia gris, conocida como **neocórtex**. Este crecimiento fue espectacular en la región más anterior, en lo que se conoce como los **lóbulos prefrontales**, que sobresalieron por la parte delantera del cerebro, empujando la frente y la bóveda frontal de la cabeza hacia adelante, y dándole forma al cráneo moderno.



El cerebro humano



Córtex  
y neocórtex  
(humano)



Sistema límbico  
(mamífero)



Tronco cerebral  
y cerebelo  
(reptil)



**sinistro** *adj.* Aplicase a la parte o sitio que está a la mano izquierda. // *fig.* Avieso y malintencionado. // [...] resabio, vicio o mala costumbre [...]. *Diccionario de la Real Academia Española.*

EL HEMISFERIO IZQUIERDO es el que ha hecho del *homo sapiens* el tremendo éxito que es. Es calculador, comunicativo y capaz de concebir y ejecutar planes complicados. Pero siempre ha tenido mala prensa. Se suele decir que representa lo peor del mundo occidental: es materialista, opresivo e insensible. En cambio, al hemisferio derecho se le considera amable, emocional y más acorde con el mundo natural que el izquierdo —una idea de la mente que se suele asociar con el Oriente—.

Estas ideas han promovido una pequeña industria de libros y cursos especializados de autoayuda para pensar con el hemisferio derecho. Hay libros que enseñan a dibujar con el hemisferio derecho, a montar a caballo con el hemisferio derecho, y hasta a hacer el amor con el hemisferio derecho. Uno puede hacer todo tipo de cursos para volver a ponerse en contacto con su mitad derecha. Y las compañías grandes contratan asesores para determinar si sus empleados tienen dominancia derecha o izquierda y darles así el trabajo más adecuado.

¿Es todo esto una tontería? Los investigadores del cerebro sostienen que la idea de una división estricta es un mito popular. Hasta tienen una palabra para definir el entusiasmo del público por este tema: «dicotomanía». La palabra es tan despectiva como la denominación «moderna frenología», y quiere dar a entender que la situación real es demasiado compleja para que se pueda llegar a conclusiones simples.

Es cierto que el cerebro es maravillosamente complicado, y que la interacción constante de sus dos hemisferios hace muy difícil establecer qué está pasando en cada sitio. Hasta la capacidad más obviamente «lateral» —el lenguaje— está atípicamente organizada en cerca del 5 % de las personas. El cerebro es además muy maleable y sus conexiones pueden estar influenciadas por todo tipo de factores externos. En circunstancias extraordinarias, un cerebro genéticamente típico puede terminar por organizarse de manera muy atípica. De todas formas hay estudios de imágenes del cerebro que confirman que los dos hemisferios realmente tienen capacidades muy específicas con conexiones tan firmes que, en circunstancias normales, ciertas capacidades se desarrollan siempre en un mismo lado.

*La mayor parte de la información sensorial que llega al cerebro para su elaboración cruza desde el lado que la recibe al hemisferio del lado opuesto. Cuando la información ingresa en un hemisferio, es rápidamente enviada al otro a través del cuerpo calloso. A: La información visual de la mitad izquierda de cada ojo va al hemisferio derecho y viceversa. B: A parte de ciertos nervios faciales, las rutas neurales del cuerpo también terminan en el lado contrario del cerebro. C: La mayor parte de la información auditiva se elabora en el lado opuesto del cerebro respecto del oído por el que ingresa. D: El olfato es la excepción a la regla del cruce al otro lado: los olores se procesan en el mismo lado de la fosa nasal que los capta.*



A: visión



B:tacto

C: oído

D: olfato



*La información visual fluye de ida y vuelta entre los hemisferios, de manera que los dos lados del cerebro reciben la información completa.*

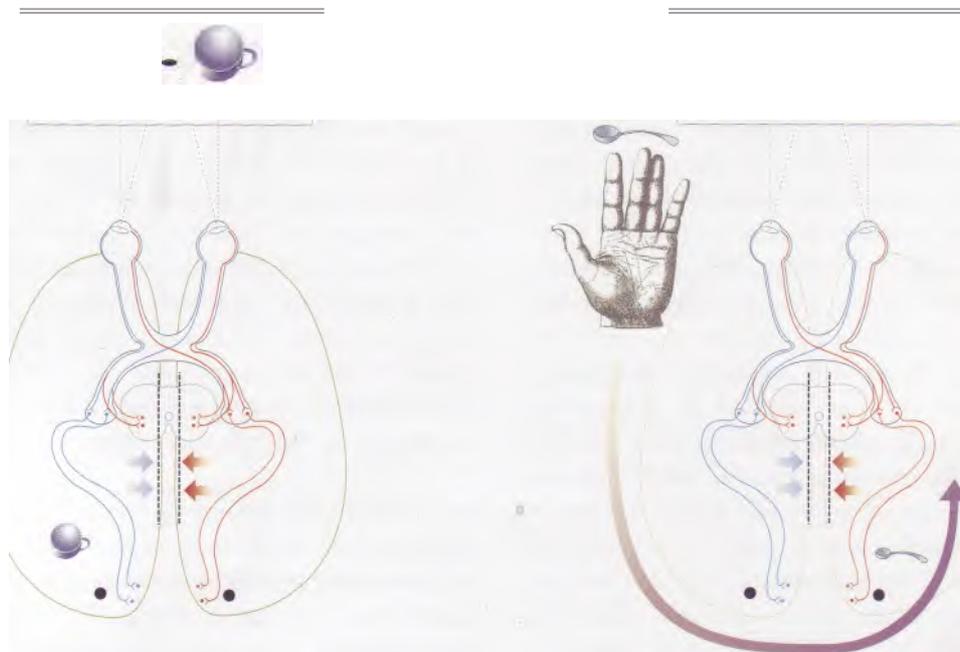
*Arriba: En un cerebro partido, la información visual queda atrapada en cada uno de los hemisferios. Quiere decir que, si los ojos se mantienen quietos, cada lado del cerebro recibe solamente información de la mitad opuesta del campo visual. Abajo: Cerebro partido por la zona del cuerpo calloso.*

La curiosa semiconciencia del trauma por el que V.P. acababa de pasar fue provocada por una circunstancia poco frecuente: su cerebro había sido literalmente cortado en dos. Esta drástica operación se llevó a cabo para tratar una epilepsia muy grave. Cortar las conexiones neuronales entre un hemisferio y el otro evitaba que las descargas de *actividad eléctrica cortical al azar*—sus ataques de epilepsia— se desplazaran de un hemisferio a otro, afectando así al cerebro entero. Una vez llevada a cabo la operación, los ataques se quedaban aislados a un solo lado y eran mucho menos serios. Ella y otros pacientes parecidos sufrirían más tarde algunos de los efectos secundarios más extraños que hayan sido registrados.

V.P. era parte del segundo grupo de pacientes con cerebro partido que se ofrecían a participar voluntariamente <sup>en</sup> investigaciones psicológicas. Los primeros fueron estudiados por el psicólogo Roger Sperry que, en 1981, recibió el premio Nobel por su trabajo. Sperry ya había aportado muchos datos para demostrar que el cerebro era



un sistema de módulos y no una cámara oscura homogénea. Gran parte de su trabajo se basaba en cortar conexiones entre distintas zonas de cerebros animales y observar los efectos. El método de investigación llamado **cerebro partido** ya había probado ser particularmente revelador. Roger Sperry y Ronald Myers habían demostrado, por ejemplo, que si se divide el cerebro de un gato se le puede enseñar a una mitad a ejecutar una tarea—bajar una palanca para conseguir comida, supongamos— mientras la otra mitad ignora la tarea.



*La imagen de la taza llega sólo al hemisferio izquierdo. Al estar el cerebro partido, no puede seguir hacia el hemisferio derecho.*

*La imagen de la cuchara llega al hemisferio derecho pero, como este lado «no habla», la persona no pudo referir que la había visto, aunque su mano izquierda «sabía» lo que había en la pantalla porque está conectada al hemisferio derecho.*

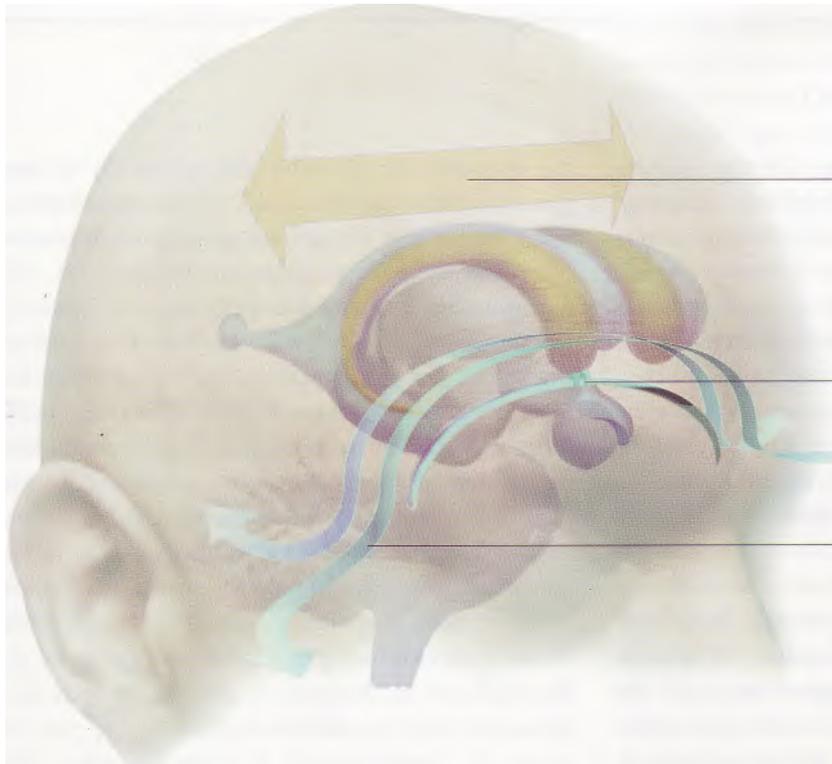
¿Sería la conciencia humana igual de divisible? Los pacientes humanos con cerebro partido (operados de epilepsia) proporcionaban el medio ideal para averiguarlo, porque sus hemisferios estaban de hecho separados. Ofrecían además la maravillosa posibilidad de informar —desde dentro— sobre el curioso estado de semiconocimiento estudiado en el gato con cerebro partido. Sperry diseñó una serie de experimentos adecuados para enseñar cómo funcionaba cada hemisferio aislado, y para averiguar las diferencias funcionales entre ellos.

N.G., ama de casa californiana, participó en uno de los experimentos típicos.

La mujer fue puesta delante de una pantalla que tenía un pequeño punto negro en el centro. Se le pidió que fijara la vista sobre ese punto, garantizando así que las imágenes que entraban por sus ojos desde un costado llegaban a un solo hemisferio. El experimentador proyectó brevemente la imagen de una taza hacia la derecha del punto, y mantuvo la imagen en la pantalla por muy poco tiempo —aproximadamente una vigésima de segundo. Éste es justo

el tiempo necesario para que una imagen se registre en el cerebro, pero no es suficiente para que una persona mueva los ojos, enfoque y pueda enviar la imagen a los dos hemisferios. De manera que sabemos que la imagen de la pantalla llegó sólo al hemisferio izquierdo de N.G., y allí se detuvo porque la vía usual hacia su otro hemisferio —el cuerpo calloso— estaba cortada. Cuando se le preguntó a N.G. lo que veía, contestó con toda naturalidad: «Una taza».

Después se proyectó la imagen de una cuchara hacia la izquierda de la pantalla para que entrara en el hemisferio derecho de N.G. Esta vez, cuando se le preguntó qué había visto, contestó: «Nada». El experimentador le pidió entonces que eligiera entre un grupo de objetos ocultos bajo un paño, «con la mano izquierda y sólo por el tacto», un objeto que fuera igual al que había visto en la pantalla momentos antes. Tanteó un poco, deteniéndose brevemente en una taza, un cuchillo, un bolígrafo, un peine y una cuchara, y se decidió en firme por la cuchara. Mientras seguía sujetándola detrás de la pantalla, el experimentador le preguntó qué tenía en la mano.



Los dos hemisferios pasan información a través del cuerpo caloso

Comisura anterior

Información emocional pasando a través de los dos hemisferios

«Un lápiz», contestó. Estas respuestas, aunque a primera vista parezcan inexplicables, fueron las que dieron a Sperry y sus colegas una idea clara de lo que estaba pasando en el cerebro de N.G.

N.G. era diestra, y ya se sabía que el habla, en la mayoría de las personas diestras, está situada en el hemisferio izquierdo. Por tanto, cuando se enviaba la imagen de la taza al hemisferio izquierdo, la veía y la nombraba correctamente. Pero cuando se mandaba la imagen de la cuchara al hemisferio derecho, éste no podía nombrarla al experimentador porque el hemisferio era incapaz de hablar. Las palabras que habían salido de su boca —«No veo nada»— las pronunciaba el hemisferio izquierdo, el único que podía contestar. Y como el hemisferio izquierdo estaba aislado del derecho, decía la verdad: no tenía conocimiento de la imagen de la cuchara, porque la imagen nunca había llegado al hemisferio que podía hablar porque la vía corriente, el cuerpo caloso, estaba cortada.<sup>7</sup>

Sin embargo, eso no quiere decir que la imagen de la cuchara no hubiera entrado. Cuando se le pidió a la paciente que usara la mano izquierda para

*La comisura anterior está debajo del cuerpo caloso. Conecta las estructuras límbicas inconscientes de los dos hemisferios y lleva información emocional entre ellas. Sin embargo, no conecta las áreas conscientes del cerebro, de manera que las palabras y los pensamientos no se pueden intercambiar.*

elegir un objeto, la tarea fue correctamente efectuada por el conocimiento que tenía de la cuchara el hemisferio derecho —que está conectado, no lo olvidemos, con la mano izquierda—. Por tanto eligió correctamente la cuchara. Pero cuando el experimentador le pidió que la nombrara tuvo el mismo problema que cuando se le pidió que nombrara la imagen de la cuchara —el hemisferio derecho fue incapaz de hacerlo—. De manera que el que entró en juego fue el hemisferio izquierdo, que hizo lo que era lógico: como no sabía nada de la imagen de la cuchara, no tenía manera de saber que la mano izquierda había elegido una cuchara, y no cualquier otro objeto. No podía ver la cuchara porque la mano que la sujetaba estaba debajo de la pantalla. Y no podía sentirla porque los estímulos sensoriales de la



*La diferencia entre los dos hemisferios del cerebro se refleja en la cara. El autorretrato de Dürero que aparece en el centro ha sido partido en dos mitades, cada una de las cuales ha sido especularmente duplicada a la izquierda y a la derecha de la figura central. Los dos retratos resultantes enserían con claridad caracteres distintos.*

formular una respuesta. El hemisferio derecho de P.S. no podía generar habla, pero era capaz de escribir. En consecuencia, deletreaba las contestaciones usando la mano izquierda (la controlada por el hemisferio derecho) para ordenar fichas de cartón con las letras del alfabeto. Lo menos que se puede decir es que la conversación resultante fue un tanto formal. Pero también muy reveladora.

La mayoría de las respuestas dadas por el hemisferio derecho de P.S. se parecían a las dadas por el hemisferio izquierdo cuando se le preguntaba lo mismo. Pero el hemisferio derecho enseñó claramente que había cosas que le gustaban y cosas que no. Cuando se le pidió a los dos hemisferios que evaluaran, por separado, una larga lista de cosas —comidas, colores y asuntos tan personales como los nombres de sus novias— el hemisferio derecho las evaluó siempre con menos benevolencia que el izquierdo. Todavía más sorprendente fue la diferencia que surgió cuando los investigadores le preguntaron a los dos hemisferios por sus ambiciones.

«¿Qué quieres hacer cuando termines el bachillerato?», le preguntaron a P.S. un día. La pregun-

ta se le hizo primero al hemisferio izquierdo (el dominante) del chico. «Quiero ser delineante», dijo. «Ya he empezado a practicar.»

«¿Qué quieres hacer cuando termines el ...?» —esta vez la palabra «bachillerato» fue proyectada sobre una pantalla colocada al lado izquierdo de P.S., de tal manera que el ojo derecho no la podía ver—. La mano izquierda del chico, ante la sorpresa de todos —y probablemente incluso ante la de P.S. mismo—, ordenó las letras de cartón para formar las palabras «CARRERAS AUTOS».12

Estas dos palabras forman el mensaje verbal más largo y complejo que jamás haya emanado de un hemisferio no dominante. El hecho de que entrara con tanta evidencia en conflicto con las ambiciones declaradas del chico sugiere que no era simplemente un concepto construido por el hemisferio dominante que, de alguna manera, se «filtraba» hacia el otro. Era su propia idea, idea que había permanecido oculta de su hemisferio gemelo y del mundo exterior hasta que, gracias a aquel elaborado sistema experimental de laboratorio, la pudo expresar.

Las posibles implicaciones de este resultado son sobrecogedoras. Sugieren que todos podemos llevar un prisionero mudo dentro de la cabeza, con una personalidad, con unas ambiciones y con una percepción de sí mismo muy distinta de la del ente que diariamente creemos ser. Nuestra conciencia podría ser una corriente única porque es sólo la conciencia de nuestro hemisferio dominante. Y si es así, ¿qué está viviendo el otro ente?



*Lo mismo que los tres colores primarios pueden producir un espectro de matices casi infinito, un manojo de emociones básicas se mezcla para producir sensaciones complejas.*

una sofisticación del mecanismo básico. El investigador de la emoción Joseph LeDoux, de la Universidad de Nueva York, lo llama el «adorno final del pastel».

Las emociones de los seres humanos son un poco como los colores. Parece haber unos cuantos colores primarios y un espectro más amplio de combinaciones más complejas creadas al mezclar los colores primarios entre sí. Varios investigadores sostienen haber identificado las emociones primarias. Las reacciones que parecen estar presentes en casi todos los seres vivos de cierta complejidad son, normalmente, éstas: la aversión, el miedo, el enfado y el amor de los padres. A las emociones primarias no les hace falta la conciencia: pueden hacer que una persona le vuelva la espalda a alguna cosa o se abalance sobre ella sin voluntad consciente de ninguna clase. A veces, como veremos, los resultados pueden ser desastrosos.

Por otra parte, las emociones complejas son elaboradas estructuras cognoscitivas a las cuales se llega sólo después de bastante procesamiento por parte de la mente consciente, y de un elaborado intercambio de información entre las áreas corticales conscientes del cerebro y el sistema límbico que está bajo él. Tomemos por ejemplo el placer-tocado-de-culpabilidad-bañada-de-afecto-irritación que podríamos sentir al recibir una tarjeta de felicitación que nos manda un amigo cuyo cumpleaños hemos olvidado. La tarjeta en sí no tiene nada que pudie-

ra producir una reacción emocional. La reacción surge cuando reconocemos la letra en la tarjeta y se desata un torrente de pensamientos y recuerdos relacionados, que componen en conjunto los ingredientes crudos de la emoción. Recordamos, por ejemplo, la fecha del cumpleaños de nuestro amigo y nuestra decisión de no tomarla en cuenta. Esto generará un sentimiento de culpabilidad que en sí mismo es una mezcla de miedo (a la represalia) y aversión (hacia nosotros mismos). Entonces entra en juego el afecto —una forma moderada del amor— como telón de fondo de nuestra amistad en su totalidad. Tal vez recordemos también por qué no le mandamos una tarjeta a nuestro amigo: estábamos demasiado ocupados. De ahí la irritación, una suave versión del enfado. Juntemos todas estas cosas, revolvámoslas bien, y ya tenemos esa complicada mezcla emocional que —suponemos— sólo sienten los seres humanos.

Las percepciones aisladas que hacen surgir las emociones se registran conscientemente en la corteza, donde se transforman en un único concepto polifacético. Pero esto por sí solo no garantiza la presencia de una emoción. Mientras sea un conjunto puramente cognoscitivo sigue siendo mero conocimiento. Una persona cuyo procesamiento emocional no llegara más lejos, podría ver la tarjeta con la felicitación y decir: «Esto debería generar culpabilidad-afecto-irritación». Pero, al igual que Elliott, en realidad no sentirían la emoción. Para eso falta un paso más.

Una vez que la mente consciente ha percibido que el caso requiere una reacción emocional, manda una señal hacia abajo —hacia el sistema límbico—pidiendo sin ambigüedades que se actúe adecuadamente. El sistema límbico cumple a su manera habitual: le manda mensajes al cuerpo (a través del hipotálamo) para que se hagan ciertos cambios. Se liberan e inhiben neurotransmisores, se bombean hormonas, se alteran procesos vitales como el ritmo cardíaco o la presión sanguínea. Estos cambios los revisa el hipotálamo, y el mensaje vuela de vuelta a la corteza: «Tenemos emoción».

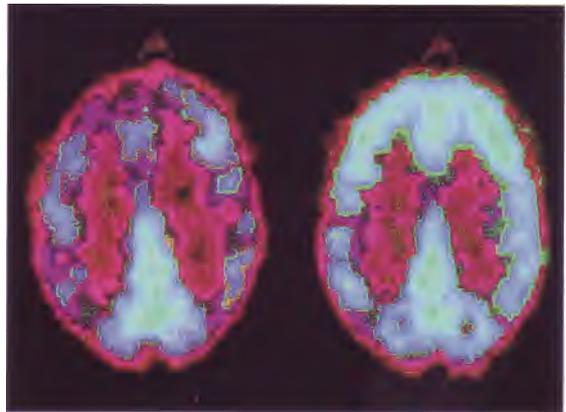
Los cambios producidos en el cuerpo no están en sí hechos específicamente para la mezcla exacta de culpabilidad-afecto-irritación que se ha montado en el área cortical de asociación. Una descarga de

aprender acerca de las implicaciones prácticas de los trastornos cerebrales. Pero ciertamente sugieren que el cerebro con una actividad cortical débil de los lóbulos frontales es más propenso a la furia de lo normal.

En cualquier caso, los trastornos del lóbulo frontal no explican lo que le pasó a Patrick. ¿Qué mecanismo podría hacer que una persona lleve a cabo un acto prolongado de violencia y después no lo recuerde?

Una posibilidad es que las acciones de estas personas sean ataques epilépticos. La amígdala es una parte del cerebro particularmente irritable, y no le hace falta más que un estímulo eléctrico muy pequeño para disparar sus células. Esta propiedad dota a la amígdala de una alta capacidad para desatar la epilepsia —los ataques empiezan muchas veces allí y se irradian hacia afuera—. El estado de agitación de la amígdala previo a un ataque de este tipo es probablemente lo que provoca las sensaciones de miedo y de mal presagio que refieren los epilépticos y que preceden a la pérdida de conciencia de la crisis epiléptica.

En su libro *The Mind Machine* (La máquina de la mente), Colin Blakemore, profesora de la cátedra Waynflete de Fisiología en Oxford, refiere el caso de Julie, una mujer de veinte años en quien se desarrollaba una combinación de ataques de pánico y extraños intervalos de estados de ensoñación, durante los cuales no sabía lo que estaba haciendo. «Esta extraña sensación se me venía encima —decía—. Rara, más rara que el demonio. Una sensación aterradora. No tienes control sobre las reacciones de tu cuerpo.» Un día, mientras se encontraba en ese estado, le atravesó el corazón a otra mujer con un cuchillo. Entonces Julie fue estudiada por el neurocirujano de Boston Vincent Mark, quien introdujo electrodos a través de los huesos del cráneo de Julie hasta muy dentro del cerebro, de manera que llegaran al interior y alrededor de la amígdala. Entonces mandó una pequeña corriente eléctrica a través de cada uno de los electrodos. Cuando el estímulo llegaba a cierto lugar —y sólo a ese lugar—, Julie empezaba de repente a lanzar golpes a su alrededor y a darse contra las paredes como si estuviera furiosa. En cuanto terminaba el estímulo, Julie volvía a la normalidad, sin tener ningún re-



*El cerebro de este asesino (arriba a la izquierda) revela una falta de actividad significativa comparada con un cerebro normal. Los estudios enseñan que el fenómeno es típico en criminales violentos. (De Raine et al. «Selective reductions in prefrontal glucose metabolism in murderers», Biological Psychiatry, Vol. 36, septiembre de 1994.)*

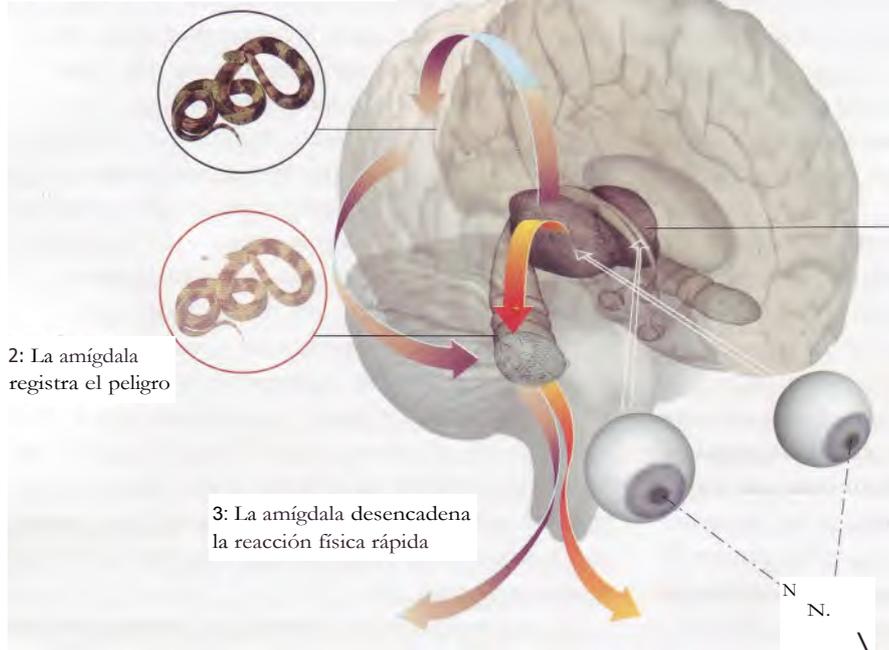
uerdo de lo que había pasado. El lugar que identificó Mark era el **núcleo basolateral** de la amígdala. Lo cauterizó, y las furias de Julie desaparecieron. La inferencia es que eran causadas por pequeñas, breves crisis localizadas sólo en una parte de la amígdala.

Si los actos de violencia sin conciencia fueran verdaderamente eso —no más conscientes que la patada refleja de la pierna cuando se golpea la rodilla—, no tendría sentido, ni sería justo, castigar a quienes los perpetran. El castigo se podría justificar ante la ausencia de una manera mejor de resolver el problema. Pero si la cartografía del cerebro cumple con la promesa de revelar fielmente lo que pasa en cerebros controlados por la furia, también debería estar en condiciones de proponer una manera más apropiada de tratarlos.

### El miedo

Las fobias están entre las condiciones que más restringen la vida. No es tan grave si nuestro miedo concreto es algo que podemos evitar. Volar, por ejemplo. La decisión de no volar podría limitar nuestras opciones de empleo o nuestras vacaciones, pero podemos vivir una vida muy completa sin ne-

4: Una clara imagen de la serpiente llega al cerebro consciente para ser racionalmente procesada



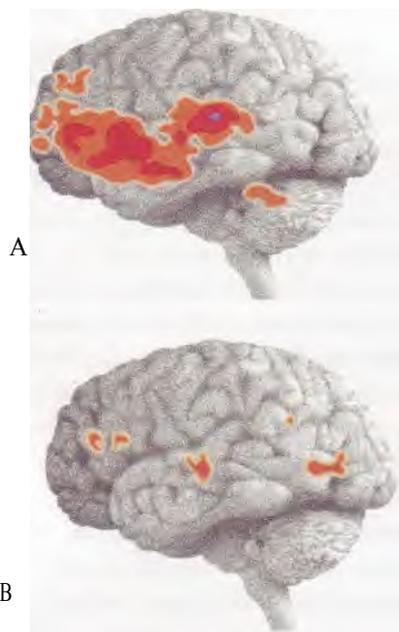
como una luz de alerta, tenga o no una relación real con el peligro. En cualquier caso, si el trauma es excepcionalmente grave o prolongado, las hormonas del estrés que se producen pueden inhibir, y hasta dañar, el hipocampo. Es por tanto probable que la memoria consciente de un suceso o una etapa traumática en la vida de una persona sea fragmentaria o incompleta.

Esto tiene implicaciones obvias para el **síndrome de recuperación de la memoria**. También podría explicar por qué tantas veces la gente no tiene memoria consciente de alguna parte esencial de una experiencia aterradora. Por ejemplo, la persona asaltada a punta de pistola, tal vez recuerde exactamente cómo era la pistola pero sea incapaz de recordar la cara del asaltante. Pero luego se puede encontrar con que ha desarrollado una aversión por las barbas, las narices torcidas o los ojos azules y brillantes, o cualquier característica que, aunque ella no lo sepa, tenía quien la aterrorizó.

LeDoux ha demostrado que, al menos en las ratas, no es necesario que un estímulo condicionado inductor de miedo sea registrado conscientemente en ningún momento. En un experimento hizo primero sonar repetidas veces un tono musi-



cal determinado, al mismo tiempo que descargaba en la rata una suave corriente eléctrica. Después de un rato, el animal —fiel al condicionamiento a lo Pavlov— demostraba tener miedo cuando oía el tono, aunque no fuera acompañado por la descarga eléctrica. Entonces LeDoux le extirpó la **corteza auditiva** (la parte del cerebro «que oye»), dejando el resto del mecanismo auditivo, las orejas, etc., intacto. Una operación equivalente en un ser humano lo dejaría sin ningún tipo de oído consciente. Y, en la medida que los animales sean



*Cuando se pide a mujeres que piensen en algo triste (A), generan más actividad en el cerebro emocional que los hombres (B). Esto sugiere que las mujeres pueden tener reacciones emocionales más fuertes ante pensamientos y recuerdos internamente generados.*

vas. Sólo es una secuencia conocida de notas o una serie de trazos. En el peor de los casos, como en el de Jennifer, la persona puede sentirse como si estuviera muerta.

Las depresiones graves no son un trastorno único, sino el síntoma de varios estados distintos, cada uno de los cuales está arraigado en una anomalía ligeramente diferente. El cuadro total sigue sin conocerse, pero el EFC empieza a revelar lo que son estas anomalías.

Los cerebros de las personas deprimidas están, por lo general, mucho menos activos de lo normal: simplemente están pasando menos cosas de las que debieran. Es probable que de ahí venga la sensación general de lentitud, letargia y falta de excitación que siente esta gente. Los escanes hechos por los investigadores del Departamento de Neurología Cognoscitiva de Wellcome de Londres, han revelado que la gente con depresiones muestra un canon de actividad cerebral parecido al de los síntomas ne-

gativos de la esquizofrenia (los esquizofrénicos que son retraídos y apáticos en vez de floridamente trastornados). Tanto en los estados depresivos como en los estados negativos de la esquizofrenia se encontraron partes del lóbulo frontal con una actividad drásticamente disminuida. El área más notoriamente afectada es aquella que genera acciones de voluntad propia, área que se piensa es responsable de la sensación de poder sobre las propias decisiones, asociada al comportamiento voluntarioso. Esta parte del cerebro parece generar la sensación esencial de «vitalidad» que en general no captamos, porque la damos por descontada. Y también parece ser esta parte del cerebro la que está inactiva en los pacientes que desarrollan la ilusión de Cotard.

Entre las otras áreas «muertas» de los depresivos figuran partes de los lóbulos parietales y temporales superiores que se relacionan con la atención; en particular, con prestar atención a lo que está pasando en el mundo exterior. Esto sugiere que el cerebro deprimido está «vuelto hacia dentro», más pendiente de sus propios pensamientos que de lo que está pasando a su alrededor. Tal vez así se explique por qué la gente con depresiones reacciona menos ante estímulos externos y está más «enredada en sus propios problemas». <sup>21</sup>

Otra área con una actividad notablemente disminuida, encontrada por Wayne Drevets y colaboradores de la Escuela de Medicina de Washington, está localizada con precisión en la parte más anterior del cerebro, a lo largo del borde inferior interno de la incisura central, que va desde la parte posterior a la parte anterior del cerebro. Esta área es más antigua en términos evolutivos que la superficie exterior del cerebro y está grabada en las estructuras límbicas que tiene por debajo mediante gruesas conexiones neuronales. Está por tanto en el extremo receptivo de docenas de vías que tanto suben desde el cerebro inconsciente como bajan desde las áreas corticales que procesan los pensamientos. Gran cantidad de tráfico pasa por estas vías: las necesidades, los deseos, las memorias mudas, que vienen desde abajo; las noticias acerca de planes, ideas y fantasías, que llegan desde arriba.

El lugar que ocupa, hace de la **corteza cingular** una excelente candidata para ser el centro de control emocional del cerebro, que es lo que en

aparición es. La alta actividad en esta área se asocia con la manía, un estado de exceso de excitación, de euforia, y de exceso de confianza; es decir, exactamente lo contrario de la depresión. Uno de los distintivos de la manía es un sentido exagerado de la significación. Los pacientes en estado avanzado de manía ven significación en cada pequeña cosa, y muchas veces piensan que entienden un gran plan en el cual cada incidente y cada cosa está conectada la una con la otra para formar un todo místico. La sensación de interrelación y de significación aumentada se experimenta también en la paranoia, en la cuál desemboca muchas veces la manía. La paranoia es uno de los síntomas de ciertos tipos de esquizofrenia, que a su vez está asociada con las fluctuaciones de la dopamina, el neurotransmisor que activa la corteza prefrontal. La anomalía prefrontal en la depresión coincide, por tanto, con otros resultados.<sup>22</sup>

A pesar de que los cerebros de las personas con depresión generalmente muestran una actividad disminuida, ciertas áreas muestran exceso de actividad. Una de estas áreas es el borde exterior del lóbulo prefrontal. Michael Posner y Marcus Raichle, también de la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington, encontraron que esta área está activada en la gente normal sometida a un test de memoria que implica obtener datos de la **memoria de larga duración**. Se activa asimismo en gente normal cuando se le pide que piense en cosas tristes que le hayan ocurrido, lo cual sugiere que su papel es el de mantener la memoria de larga duración en la conciencia. Otra área es la amígdala, que, como hemos visto, es responsable de las sensaciones negativas. Una tercera es la mitad superior del tálamo, que se sabe estimula la amígdala. Y una cuarta área es la **corteza cingular anterior**, otro punto en el borde interior de la **incisura central**, aunque situado más arriba y más atrás que el otro. La corteza cingular anterior se activa cuando nos concentramos en algo, y está especialmente más activa cuando registramos cosas que se generan dentro de nuestras cabezas (como el dolor) que cuando son cosas que están fuera.

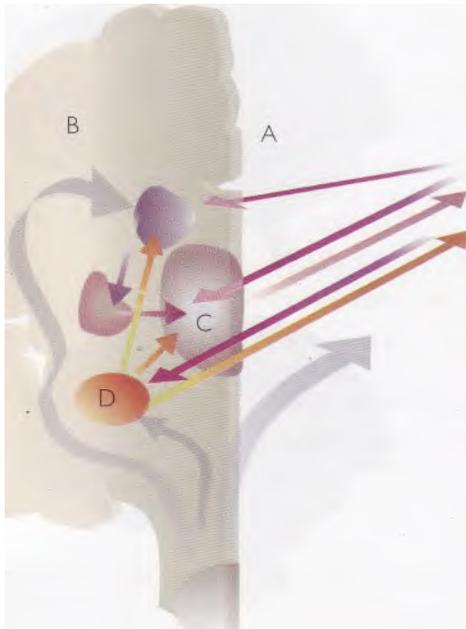
Estas áreas están todas conectadas por vías neurales, de tal manera que, cuando una se activa, las otras también son estimuladas. Posner especula por



Arriba: *La gente deprimida muestra cánones anormales de actividad en las áreas de la corteza frontal coloreadas.*  
 Abajo: *La sección lateral de la corteza frontal —relacionada en la generación de acciones— está hipoactiva, mientras la parte central —que registra la emoción consciente— está hiperactiva. El resultado es que la persona deprimida no tiene impulso ni deseo de hacer nada y, en cambio, está anormalmente fijada en su intenso estado emocional.*

tanto que la depresión está causada por la activación de un circuito en el cual la amígdala alimenta la conciencia con sensaciones negativas, el lóbulo prefrontal saca a relucir similares memorias negativas de larga duración, la corteza cingular anterior se acopla a ellas —impidiendo así que la atención se vuelva sobre cosas más alentadoras—, y el tálamo mantiene mientras todo el circuito en intensa actividad.

Si esta interpretación basada en EFC es correcta, se explican muchas características de la depresión que, de lo contrario, están muy confusas. La acción de la corteza cingular anterior, al fijar la atención sobre memorias desgraciadas, explica por qué los remedios usuales contra la infelicidad —unas vacaciones, por ejemplo— no funcionan. La falta de activación en la **corteza prefrontal medial subgenual** (lo que antes hemos llamado «centro de



*Algunas áreas del cerebro están hiperactivas durante la depresión (parecen crear un círculo vicioso de sentimiento negativo).*

*A: Corteza anterior cingular: fija la atención en sentimientos tristes. B: Lóbulo lateral prefrontal: mantiene en la mente las memorias tristes. C: Tálamo medio: estimula la amígdala.*

*D: Amígdala: genera emociones negativas.*

control emocional») explica la paralizante falta de significado y el bajo estado de ánimo que trae consigo la depresión. La participación de la amígdala explica por qué la tristeza se siente tantas veces sin ningún fundamento aparente. La amígdala, como hemos visto, no transmite conceptos: simplemente genera sentimientos emocionales. También explica por qué los fármacos que elevan los niveles de neurotransmisores tienen éxito: activan las áreas que debieran estar activadas y desactivan aquellas que no debieran estarlo.

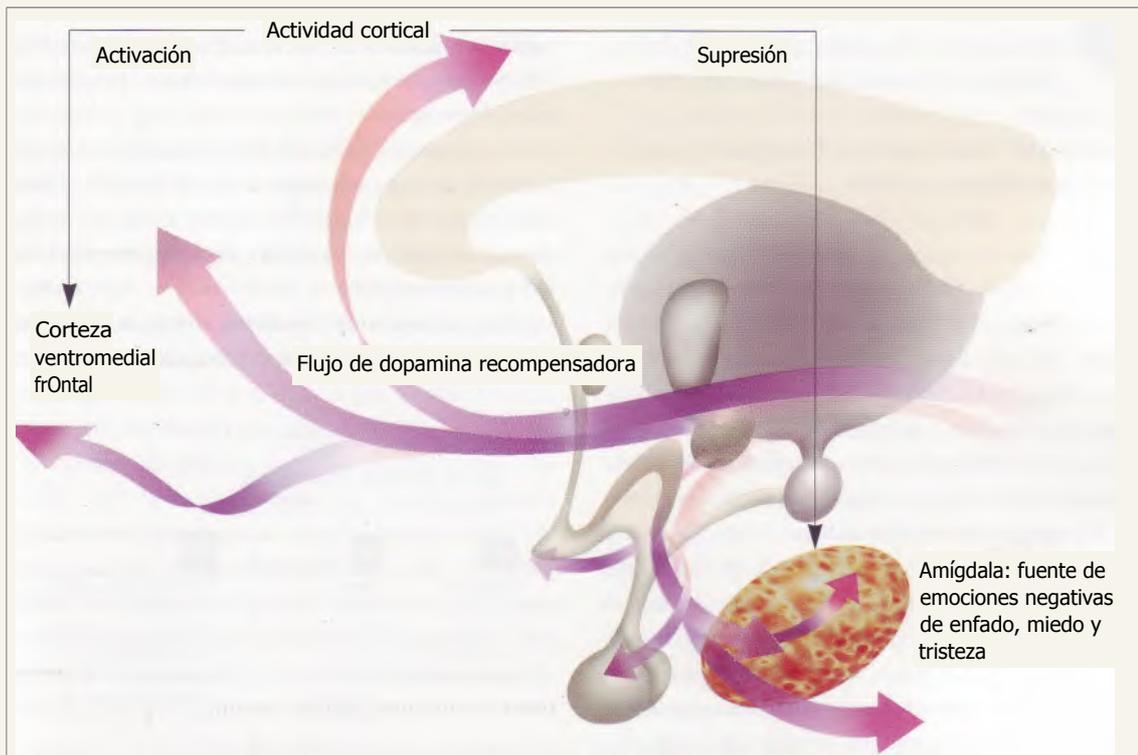
Las investigaciones de EFC hechas por Posner y Raichle —en combinación con otros estudios— también ayudan a explicar por qué la depresión puede suceder a una situación adversa de la vida (la llamada **depresión reactiva**) o surgir sin causa aparente. El estudio de Drevet en pacientes con depresión familiar —un tipo de depresión que tiende a

aparecer espontáneamente— enseña que la corteza prefrontal medial subgenual es más pequeña en personas en quienes la depresión viene de familia. Ésta es una anomalía arquitectónica que bien podría impedir que tales personas sintieran el mismo grado de emociones positivas que la mayoría de la gente.

Lo que no nos llega a explicar esta interpretación es por qué nuestros cerebros están contruidos de manera que el **círculo vicioso neural** que genera la depresión se desencadene tan fácilmente. Podría creerse que las consecuencias—de semejante disposición —que incluyen el apartarse de situaciones de intercambio social y una alta incidencia de suicidios— deberían haber eliminado hace mucho tiempo a los genes responsables de que esta gente sea susceptible a la depresión.

Cabe concebir que la depresión haya tenido alguna vez valor de supervivencia. En animales atrapados en situaciones difíciles que no pueden superar se observa algo parecido a la depresión. Y hay animales salvajes que son normalmente dominantes, pero se pueden volver serviles y parecen deprimidos cuando los desafía con éxito un adversario más fuerte. En estos casos la depresión puede ayudar a los animales a sobrevivir, bien economizando energía (en el primer ejemplo), o bien (en el segundo ejemplo) forzándolos a retirarse de una situación en la cual el animal está en inferioridad de condiciones y, por tanto, en peligro. Este mecanismo podría explicar por qué hoy las depresiones son en general desencadenadas por hechos que ponen en entredicho la confianza en sí misma de la gente —el equivalente humano al del animal que pierde el control sobre las propias circunstancias o es abatido en el propio terreno por un adversario más fuerte—.

Pero en el mundo de hoy la depresión rara vez nos ayuda cuando nos sabemos atrapados en una situación desfavorable o enfrentados a un desafío abrumador. Normalmente la depresión hace que las cosas empeoren. Si alguna vez fue un mecanismo de supervivencia, hoy debiéramos deshacernos de ella como del pelo que cubre el cuerpo entero, o como de la prensilidad de los dedos de los pies. La selección natural opera lentamente, pero por fortuna el ingenio humano para inventar terapias psicológicas y farmacológicas contra la depresión está empezando a adelantarla.



## LA ANATOMÍA DE LA ALEGRÍA

La felicidad no es un único ni sencillo estado de la mente. Sus componentes fundamentales son:

- el placer físico;
- la ausencia de emociones negativas;
- la significación.

El placer resulta de un torrente de dopamina que se vierte en el sistema de recompensa. Puede venir de una simple excitación sensorial o sexual, o a través de una vía mucho más compleja —la visión de una persona querida, por ejemplo—. Pero dura sólo el tiempo que fluyen los neurotransmisores.

La ausencia de las emociones negativas es esencial para la felicidad porque, en cuanto entran en juego el miedo intenso, el enfado o la tristeza, el placer se reduce. La **amígdala** es responsable de generar las emociones negativas, de manera que, para evitar que inunden el cerebro, esta parte del **sistema límbico** tiene

que estar en calma. Una fuerte concentración en tareas mentales exentas de emoción inhibe a la amígdala. Éste es el motivo por el que se dice tantas veces que mantenerse ocupado es la fuente de la felicidad.

El placer y la ausencia de las penas todavía no bastan para generar una sensación de bienestar total. Por eso se hace necesaria la actividad en el **área ventromedial** de la **corteza prefrontal**, una de las áreas que paraliza la depresión. La corteza ventromedial genera una sensación de coherencia sin la cual el mundo parece no tener sentido y nos parece fragmentario. El exceso de actividad en esta área se asocia con la manía.<sup>23</sup>

El hemisferio derecho parece ser más sensible a las emociones negativas, mientras la actividad elevada en el hemisferio izquierdo se asocia con la felicidad.