

Mente y cerebro

Nº 10/2005
6,5€

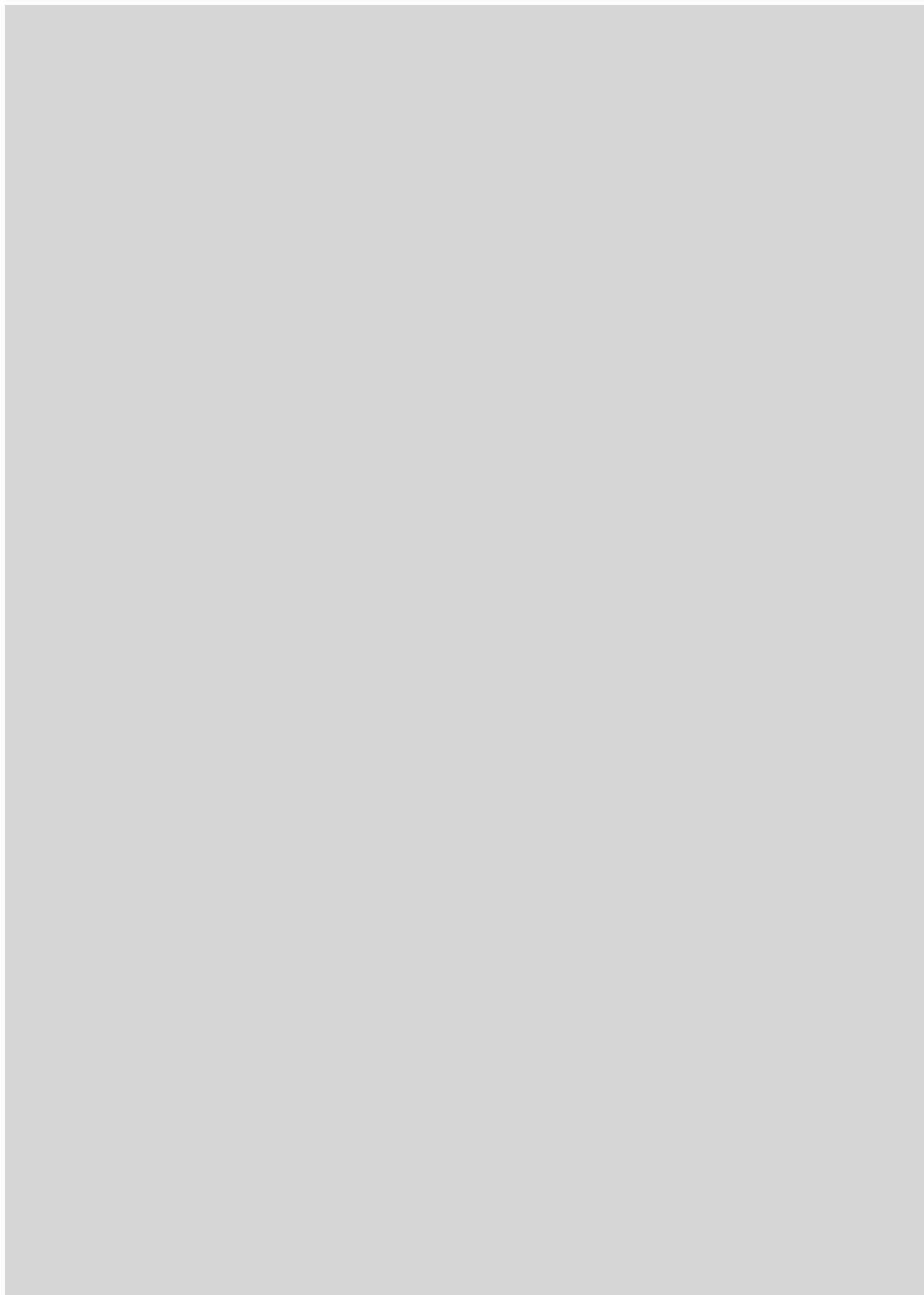
INVESTIGACION
CIENCIA

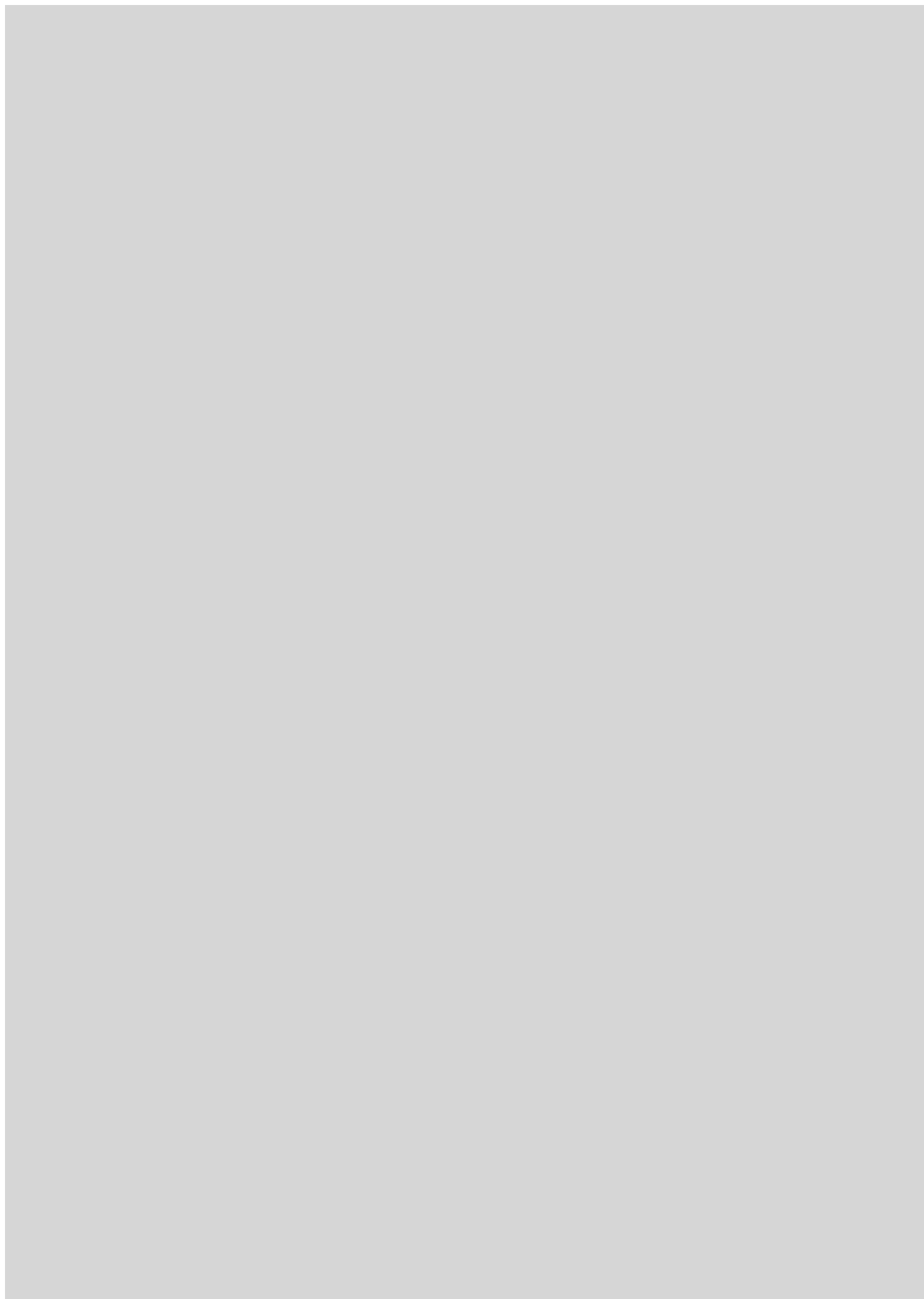
El efecto placebo

- **Thomas Willis**
- **Estrógenos y cerebro**
- **Sentimiento de pertenencia a un grupo**
- **Oídos artificiales**
- **El conocimiento de las abejas**
- **La primera impresión**

Enero/Febrero 2005







SUMARIO

Enero / Febrero de 2005
Nº 10

10 El sentimiento de pertenencia a un grupo

Bernd Simon

El poder de las masas sobre la psique del individuo nos produce ora respeto, ora un profundo rechazo. Pero nunca nos deja indiferentes.



19 Estrógenos y cerebro

Ulrich Kraft

Los estrógenos no se limitan a controlar la sexualidad femenina, sino que influyen también en las capacidades cognitivas más diversas, lo mismo del varón que de la mujer.



24 Oídos artificiales

Enrique A. López-Poveda y Ray Meddis

Se han elaborado modelos matemáticos que simulan la actividad del nervio auditivo humano y que prometen conseguir prótesis auditivas más "fisiológicas" y, sobre todo, más eficaces.

40 El placebo

Alexander Mäder

¿Por qué los placebos producen a veces los efectos de la medicación, si carecen de principio activo? La fe en la curación estimula nuestras fuerzas curativas y activa los mecanismos de los que se vale el cuerpo para combatir el dolor.



61 La fuerza de la primera impresión

Marion Sonnenmoser

Basta, a veces, una sola mirada para determinar si nos hallamos ante una persona simpática o peligrosa. La neurociencia social investiga cómo alcanza nuestro cerebro tan sorprendente juicio, que no siempre es certero.

65 El conocimiento de las abejas

Randolf Menzel

La imagen de los insectos como una máquina refleja activada por el instinto aparece hoy muy controvertida. Las abejas obreras toman decisiones, conciben esperanzas y aprenden reglas que aplican en situaciones diversas.



14 Libertad y enjuiciamiento criminal

Paul Hoff y Steve Klimchak

Algunos neurólogos cuestionan la existencia del libre albedrío y, por tanto, nuestras ideas de culpa y responsabilidad.

33 Del movimiento al pensamiento

Manuela Lenzen

¿Tienen su origen nuestras funciones intelectuales en el control del movimiento?

36 La alexitimia

Sylvie Berthoz

Esta incapacidad para dar expresión verbal a las propias emociones se debe a una conexión deficiente entre los centros originarios de la emoción y los centros donde se percibe.

56 Sentido del tacto

Martin Grunwald

La investigación del sentido del tacto está todavía en mantillas, aunque promete resultados de interés médico, por ejemplo, en lo referente a la anorexia nerviosa.

72 Georg Büchner y la anatomía cerebral comparada

Hans-Joachim Pflüger y Steve J. Ayan

Considerado uno de los escritores alemanes más importantes de todos los tiempos, Büchner destacó también por sus investigaciones sobre los nervios craneales.

77 La atracción del ocultismo en la adolescencia

Gunther Klosinski

Las prácticas ocultistas ejercen un atractivo particular en los adolescentes. El peligro aumenta cuando la fascinación lúdica se transmuta en dependencia psíquica.

82 Locos geniales

Ulrich Kraft

De Munch, Tolstói, Picasso y otros muchos artistas se dice que no se encontraban en sus cabales. Abundan hoy las pruebas científicas de que la creatividad y la enfermedad mental mantienen relaciones de cercanía.

88 Lectura del pensamiento

Nicola Neumann y Niels Birbaumer

Los sistemas de lectura del pensamiento" ofrecen a las personas con parálisis total la oportunidad, única, de volver a tomar contacto con su entorno.

SECCIONES

ENCEFALOSCOPIO

5

Raíces de la epilepsia. A la carrera. El cerebro visual de los ciegos. Terror y alcohol. Enfermedad del hastío. Sistema inmunitario afrodisíaco. Falsos recuerdos.

RETROSPECTIVA

7

Thomas Willis (1621-1675)

La morfología del sistema nervioso y la interpretación iatroquímica de sus enfermedades.



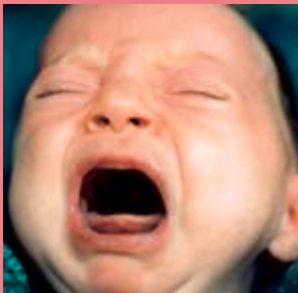
ENTREVISTA

44

Klaus-Peter Lesch:

"¿Sólo cuestión de genes?"

MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD



46

Hipersensibilidad del niño llorón. Enanismo psicosocial. Neuro-marketing. Educación protectora. Las raíces del miedo.

SYLLABUS

91

Visión felina

Mediante diversos recursos matemáticos, pueden elaborarse numerosas reconstrucciones de imágenes, a partir de los impulsos eléctricos de las neuronas.



LIBROS

93

Empirismo lógico

ENSAYO FILOSÓFICO

96

Hume:

Empirismo cognoscitivo

DIRECTOR GENERAL

José M.^a Valderas Gallardo

DIRECTORA FINANCIERA

Pilar Bronchal Garfella

EDICIONES

Juan Pedro Campos Gómez
Laia Torres Casas

PRODUCCIÓN

M.^a Cruz Iglesias Capón
Albert Marín Garau

SECRETARÍA

Purificación Mayoral Martínez

ADMINISTRACIÓN

Victoria Andrés Laiglesia

SUSCRIPCIONES

Concepción Orenes Delgado
Olga Blanco Romero

EDITA

Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Telefax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

Gehirn & Geist**HERAUSGEBER:**

Dr. habil. Reinhard Breuer

CHEFREDAKTEUR:

Dr. Carsten Könneker (verantwortlich)

REDAKTION: Dr. Katja Gaschler, Dr. Hartwig Hanser,

Steve Ayan, Sabine Kersebaum, Annette

Leßmöllmann (freie Mitarbeit), Dr. Andreas Jahn

STANDIGER MITARBEITER:

Ulrich Kraft

SCHLUSSREDAKTION:

Christina Peiberg, Sigrid Spies, Katharina Werle

BILDREDAKTION:

Alice Krüßmann, Anke Lingg, Gabriela Rabe

LAYOUT:

Oliver Gabriel, Anke Naghib

REDAKTIONSASSISTENZ:

Anja Albat, Eva Kahlmann, Ursula Wessels

GESCHÄFTSLEITUNG:

Markus Bossle, Thomas Bleck

COLABORADORES DE ESTE NUMERO**ASESORAMIENTO Y TRADUCCIÓN:**

F. ASENSI: *El placebo, Hipersensibilidad del niño llorón*; JUAN AYUSO: *Sentimiento de pertenencia a un grupo, Las raíces del miedo, La atracción del ocultismo en la adolescencia*; LUIS BOU: *La alexitimia*; J. M. GARCÍA DE LA MORA: *Enanismo psicosocial*; ANGEL GONZÁLEZ DE PABLO: *Georg Büchner y la anatomía cerebral comparada*; I. NADAL: *Libertad y enjuiciamiento criminal, Neuromarketing, Sentido del tacto, La fuerza de la primera impresión, Locos geniales, Lectura del pensamiento*; JAVIER NAVARRO: *Educación protectora*; IGNACIO NAVASCUÉS: *Estrógenos y cerebro, Entrevista, El conocimiento de las abejas*; ANTONIO PREVOSTI: *Del movimiento al pensamiento*; ALEX SANTATALA: *Syllabus*.



Portada: Lucía Fuster

DISTRIBUCION**para España:****LOGISTA, S. A.**

Aragoneses, 18
(Pol. Ind. Alcobendas)
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel. 914 843 900

para los restantes países:**Prensa Científica, S. A.**

Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona
Teléfono 934 143 344

PUBLICIDAD

GM Publicidad
Edificio Eurobuilding
Juan Ramón Jiménez, 8, 1.^a planta
28036 Madrid
Tel. 912 776 400 - Fax 914 097 046

Cataluña:
QUERALTO COMUNICACION
Julián Queraltó
Sant Antoni M.^a Claret, 281 4.º 3.^a
08041 Barcelona
Tel. y fax 933 524 532
Móvil 629 555 703

Copyright © 2004 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, D-69126 Heidelberg

Copyright © 2004 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.^a 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

ISSN 1695-0887

Dep. legal: B. 39.017 - 2002

Imprime Rotocayfo-Quebecor, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



Raíces de la epilepsia

La epilepsia constituye un grave trastorno neurológico que afecta a más de 60 millones de personas en todo el mundo. Los episodios, reiterados e imprevisibles, se deben al descontrol de la regulación de la excitabilidad nerviosa.

En un 40 por ciento de los casos tiene un origen genético. Justamente en el conocimiento de una forma heredada de la misma se acaba de dar un paso importante. Se trata del descubrimiento de un defecto en la síntesis de gangliósidos, glicolípidos que contienen ácido siálico y ayudan a estabilizar el cerebro.

A la carrera

La pasión por la carrera nació mucho antes que se construyera Olimpia. Se forjó a lo largo de dos millones de años de selección. Pero, desde siempre, el estudio de la evolución de la locomoción humana se había centrado en la deambulación. Se despreciaba su marcha a la carrera, pues comparado con otros mamíferos resultaba manifiesto que el hombre corría con lentitud y consumo excesivo de energía. Eso era al menos lo que se creía hasta el estudio reciente de Fennis Bramble y Daniel Lieberman, en el que se llega a una conclusión muy distinta: hemos desarrollado una anatomía y fisiología particularmente adaptadas para la carrera de fondo. Y no por casualidad. Además de hacernos mejores carroñeros, la carrera sirvió para alejar nuestra anatomía de la del resto de los primates.



HOWARD SCHWARTZ



Terror y alcohol

Tras los atentados del 11 de septiembre de 2001, se han multiplicado en Estados Unidos los casos de alcoholismo y ansiedad. Judith Richman, reconocida epidemióloga, ha puesto de relieve hasta qué punto la tragedia repercutió en determinados grupos sociales. Los individuos más afectados fueron quienes, antes de los atentados, habían sufrido ya agresiones laborales, sexuales, de trato o similares. Para explicar ese efecto de "adversidad acumulativa" apela a la capacidad limitada de sufrimiento que posee nuestro psiquismo. Si al rosario de agresiones sufridas se agrega una de notable impacto, se derrumba nuestra personalidad.

El cerebro visual de los ciegos

El lenguaje entraña varias etapas. La palabra recibida se comprende e identifica. Luego, se prepara una respuesta con la ayuda de otras palabras que el interlocutor posee en su base de datos lingüísticos. Por último, se articula una respuesta. Esta secuencia de pasos reclama la participación de tres grandes zonas cerebrales: el área de Wernicke, en el lóbulo temporal, conectada al área auditiva, reconoce la palabra pronunciada por el interlocutor. El área de Broca, situada entre el lóbulo temporal y el lóbulo frontal, prepara las órdenes motoras para responder. La elección de un término en función del contexto semántico, es decir, del sentido de la frase, se apoya en la corteza prefrontal. Ese trío de áreas nos capacita para la comunicación.

Sabemos que el cerebro de los ciegos se organiza de un modo diferente del cerebro de los videntes. Por una razón principal: las áreas visuales, situadas en la parte posterior del cerebro, han perdido su función directa y se han readaptado para otras tareas, la audición en particular. Los invidentes detectan mejor determinados sonidos, en particular los que proceden de costado. Ahora, Amir Amedi, de la Universidad de Bethesda, ha demostrado que las personas que han perdido precozmente la vista aplican las áreas visuales a tareas lingüísticas. Para realizar sus ensayos recurrió a una estimulación magnética transcraneana, es decir, a la inundación de las áreas visuales del paciente con trenes de ondas magnéticas. Tales zonas quedan transitoriamente inactivadas. Si a un ciego se le pide entonces que recite verbos relacionados con la palabra "manzana", cometerá numerosos errores. En vez de mencionar "comer", "cocer" o "mondar", indicará "tarta" (asociada a "manzana", pero no es ningún verbo) o "conducir" (que es un verbo, pero sin relación manifiesta con la palabra "manzana").

El invidente no pierde nunca la capacidad de entender las palabras, reconocerlas y pronunciar otras en interlocución, pero queda perturbado el aspecto semántico del lenguaje cuando se les impide funcionar a sus áreas visuales. Deja de aparecer clara la distinción entre verbos y nombres, se difuminan las asociaciones de sentido entre las palabras. Y puesto que la organización semántica del lenguaje corresponde a la corteza prefrontal, de tales ensayos se infiere la existencia probable de conexiones entre las zonas de tratamiento semántico de la corteza prefrontal y el área visual primaria. Los invidentes reclarían sus capacidades visuales y las reordenarían hacia el lenguaje hablado.

Enfermedad del hastío

La enfermedad de Huntington es una patología neurodegenerativa que entraña la muerte de neuronas del estriado. Los afectados experimentan trastornos de razonamiento y de percepción de las emociones; son también característicos los movimientos inconexos. En la Universidad de Ratisbona, un grupo de expertos encabezados por A. Hennenlotter ha medido la actividad cerebral de personas portadoras de un gen de la

vulnerabilidad a la enfermedad de Huntington. Cuando se les enseñaron fotografías de rostros que mostraban hastío, los pacientes no identificaban la expresión de tal sentimiento y su ínsula permanecía inactiva. Esta estructura cerebral, conectada al estriado, interviene, en condiciones normales, en los sentimientos de cansancio o desagrado. La muerte de neuronas del estriado en la enfermedad de Huntington, antes incluso de la aparición de los síntomas, explicaría esa anomalía perceptiva.

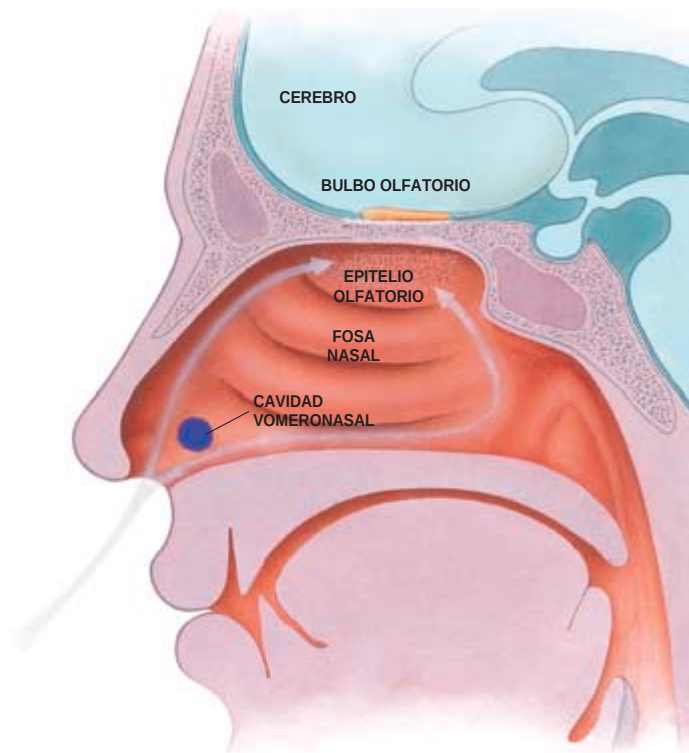
Sistema inmunitario afrodisíaco

Del paramecio al chimpancé, las señales químicas hacen y deshacen las uniones. Las mariposas hembra se dejan llevar por los efluvios de hormonas sexuales volátiles liberadas en el aire por los machos. Ratas, perros y elefantes hus-

mean a sus parejas potenciales. Esas moléculas portadoras de información, las feromonas, vehiculan la signatura genética del individuo, imponen el estatuto social de dominante y dominado; delatan el estado de receptividad sexual de la hembra. Las ratas se reconocen por las feromonas, no menos que por la vista.

Lo mismo que las ratas, los humanos podrían tener el órgano vomeronasal, fijador de las feromonas. Pero es tan pequeño, que se desconoce si cumple acaso la función reseñada. Hace ahora tres años, sin embargo, se sugirió que el órgano vomeronasal humano podría captar moléculas contenidas en el sudor y despertar el deseo sexual. En particular, las mujeres reconocerían a los varones por el olor de su sudor y se sentirían atraídas por aquellos varones que tuvieran un sistema inmunitario análogo al de su progenitor. Desde entonces más de uno se ha planteado la posible vinculación entre olor, sistema inmunitario y filiación.

Trese Leinders, Zufall y su grupo, de la Universidad de Baltimore, han descubierto que determinados péptidos de la orina de hembras de ratón se fijaron, en el interior del órgano vomeronasal de los machos, sobre las moléculas del sistema principal de histocompatibilidad (CMH). Esta asociación produce una señal eléctrica que se transmite al cerebro, donde suscita el deseo sexual. La eficacia de este mensaje depende de la complementariedad estructural entre el péptido de la hembra y las moléculas CMH del macho. Estas últimas reconocen particularmente bien los péptidos propios. Cuando la pareja potencial emite péptidos similares a los suyos, el macho la reconoce como una "parte de sí mismo". Los animales escogen para el apareamiento a hembras que tienen una constitución inmunitaria próxima a la suya. Los encuentros sexuales estarían guiados por un diseño secreto, el de producir una descendencia cuyo sistema inmunitario fuera eficaz, fruto del cruce de dos sistemas inmunitarios compatibles. Así procede la evolución.



Falsos recuerdos

Cuestión hartamente disputada la de los falsos recuerdos. Todos conocemos cuán imperfecta es nuestra memoria, con qué facilidad olvidamos las cosas. También acontece lo contrario: recordamos sucesos que nunca se produjeron salvo en nuestra imaginación. El equipo dirigido por Ken Paller, de la Universidad Northwestern, ha analizado las bases neurales de la formación de los falsos recuerdos con un estudio dividido en dos fases. En la primera, se registraba, aplicada la técnica de resonancia magnética, la actividad cerebral de personas a las que se habían mostrado en una pantalla nombres de objetos. En algunos casos, el vocablo se acompañaba de una fotografía del objeto; en otros, los voluntarios tenían que imaginárselo.

Veinte minutos después, se desarrollaba la segunda fase. Los participantes debían indicar qué objetos habían visto en fotografía y qué objetos habían sólo imaginado. Dos eran las posibilidades de error: considerar vistos objetos sólo imaginados o bien olvidar objetos que sí se habían visto. Se cotejaron las respuestas con los datos obtenidos por resonancia magnética. Los investigadores descubrieron entonces la participación de tres áreas cerebrales cuya excitación se mostraba, cuando el voluntario imaginaba objetos que luego recordaría erróneamente como vistos, mucho más intensa que en los sujetos que los clasificaron correctamente. Se trata del giro cingulado anterior, de la precuña y de la región parietal inferior derecha. Desde hace tiempo se conocía la implicación de esas tres regiones en el proceso fabulador. La formación de falsos recuerdos aparece así asociada a una actividad intensa de la imaginación.

Thomas Willis (1621-1675)

La morfología del sistema nervioso y la interpretación iatroquímica de sus enfermedades

José María López Piñero

La biografía de Thomas Willis coincide con una de las etapas más agitadas de la historia inglesa: la guerra civil que terminó con la ejecución de Carlos I (1642-1649), la república puritana de Cromwell y los tres lustros siguientes a la restauración monárquica (1660).

Desde los esquemas históricos simplistas, resulta difícil explicar cómo pudo realizar una obra tan importante durante un período en el que incluso William Harvey y Thomas Sydenham frustraron las consecuencias directas de sus geniales contribuciones. Harvey había nacido casi medio siglo antes que Willis y Sydenham era coetáneo suyo, pero ambos tuvieron en común pertenecer a familias ricas, lo que les permitió una formación médica en Padua y Montpellier, respectivamente, cuyas posiciones de vanguardia contrastaban con el atraso escolástico de Oxford y Cambridge.

Como es generalmente conocido, Harvey fue el más brillante de los discípulos de Fabrizio d'Aquapendente y en *De motu cordis* (1628) aplicó su enfoque comparado de la *anatomia animata* a la circulación, del mismo modo que su maestro había hecho con la visión, la audición, la locución y la respiración; conviene destacar que asimiló también en Padua el método cuantificador de los fenómenos orgánicos mediante su medición, cuyo máximo cultivador era Santorio. Durante la guerra civil inglesa, en la que permaneció fiel a Carlos I hasta su ejecución por los republicanos, se describieron los vasos quilíferos (Aselli, Vesling), el conducto torácico (Pecquet, Van Horne) y los vasos linfáticos (Thomas Bartholin, Rudbeck), lo que condujo a una enconada polémica en torno al origen de las venas y lugar de formación de la sangre; entre los defensores

de la doctrina galenista del hígado figuró Harvey, principal formulador de la teoría que el *novator* español Juan de Cabriada llamaría en 1687 “nuevo sol de la medicina”.

A finales de la guerra civil, en la que fue capitán del ejército republicano, Sydenham aprendió en Montpellier (1659), de acuerdo con el lema *olim Cous, nunc monspeliensis Hippocrates*, el neohipocratismo de Charles Barbeyrac, excluido de la Universidad por hugonote: las observaciones clínicas en relación con las *constitutiones epidemicae* condicionadas por el medio ambiente constituyen la base del saber médico, frente a los sistemas que pretenden explicarlo todo. Volvió a Inglaterra en 1661 y pasó la mayor parte de su vida en Londres, dedicado exclusivamente a la práctica clínica. En una ocasión, un noble le preguntó qué libro

de medicina le aconsejaba y la respuesta fue: “Lea *Don Quijote*, que es un libro muy bueno; yo no me canso de leerlo”. A la postura neohipocrática opuesta a los sistemas cerrados asoció la noción de especie botánica de Ray y los planteamientos metodológicos de Bacon, Locke y Boyle, formulando en una obra significativamente titulada *Observationes medicae* (1676) el concepto de *species morbosa*, punto de partida de la actual entidad nosológica. Sin embargo, tan decisiva innovación no se difundió en las universidades inglesas, que habían vuelto a la escolástica, ni tampoco en la tosca docencia de los *teaching hospitals*. Como demostraron las investigaciones históricas de Sigerist, e insistía Ackerknecht en sus seminarios, no alcanzó vigencia general hasta comienzos del siglo XVIII en la Universidad de Leiden, gracias a Boerhaave, *magister*



1. THOMAS WILLIS. Calcografía de la contraportada de la edición en Amsterdam de sus obras completas (1682).

totius Europae, destacado por Laín Entralgo como creador del modelo de historia clínica que, con diversas variantes, se ha mantenido hasta hoy.

Willis realizó su obra a pesar de los vaivenes políticos, quizá debido a su humilde procedencia social. Nació en Great Bedwin (Wiltshire) y su padre, tras servir a varios nobles, se estableció como labrador en una localidad cercana a Oxford. Comenzó su educación en una escuela del mismo Oxford a la que acudía diariamente desde su residencia rural. En 1636 entró como criado de un canónigo del *Christ Church College*, que le permitió cursar la enseñanza escolástica que en él se impartía. En 1642, la misma fecha en la que se inició la guerra civil, comenzó a estudiar medicina, pero gracias a la contienda no se formó en el galenismo puramente verbalista vigente hasta entonces en dicha Universidad. A finales de aquel año, Harvey se trasladó a Oxford, acompañando a Carlos I, y dio cursos sobre la circulación sanguínea en el propio *Christ Church College*. De esta forma, Willis pudo asimilar desde el período escolar, y por la vía más directa, elementos importantes de la nueva medicina. Las difíciles circunstancias le condujeron a presentarse

como “voluntario” en el ejército monárquico, situación desde la que asimiló las ideas quemíatras a través de paracelsistas extraacadémicos y del ecléctico Turquet de Mayerne.

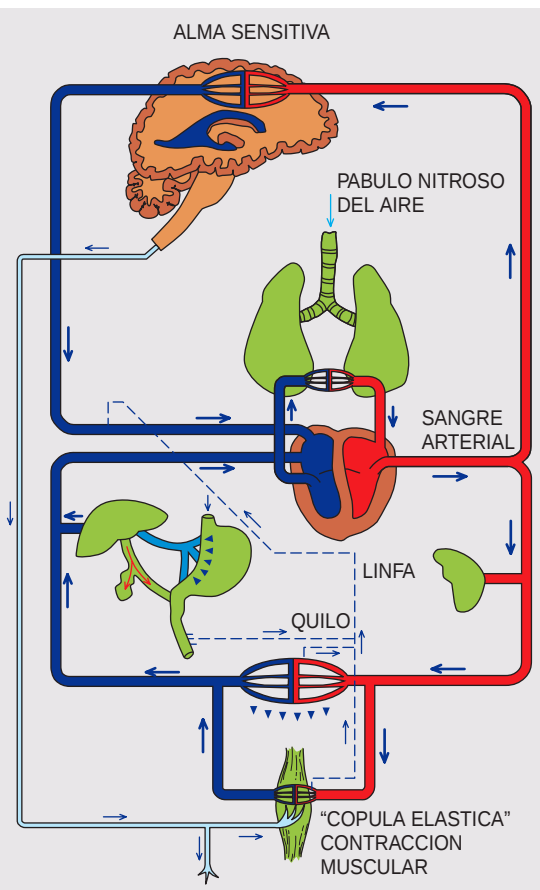
En 1646, Oxford fue conquistado por los puritanos, que eliminaron drásticamente la orientación escolástica tradicional, convirtiéndolo en un centro de la “ciencia nueva”. Durante más de una década residieron allí varios componentes del *Invisible College* que se había formado en Londres, entre ellos, William Petty y Robert Boyle. Willis se incorporó plenamente a este ambiente, colaborando en los trabajos anatómicos de Petty y asistiendo al laboratorio químico de Boyle.

En 1660, la restauración monárquica se apresuró a su vez a depurar Oxford de elementos puritanos. La condición de “voluntario” realista le valió a Willis el nombramiento de profesor de historia natural, pero su adscripción a las corrientes modernas chocó con la vuelta a la enseñanza escolástica. En 1665 aceptó una proposición del arzobispo de Canterbury para trasladarse como médico a Londres, donde volvió a integrarse en el grupo renovador, ahora ingresando en la *Royal Society*.

La etapa inicial de su producción científica corresponde al libro *Diatribae duae* (1659), dedicado a exponer su sistema iatroquímico, del que fue principal formulador junto a Franz de le Boë (Sylvius), catedrático de la Universidad de Leiden. La iatroquímica de la segunda mitad del siglo XVII aspiró a construir un sistema médico “moderno” integrador de todas las novedades que habían ido desmontando aspectos concretos del galenismo tradicional, a partir del Renacimiento. Además de los nuevos medicamentos químicos y de las interpretaciones de las enfermedades procedentes del paracelsismo, incluyó los resultados de las otras corrientes renovadoras. Las más importantes fueron: el saber anatómico desarrollado ateniéndose exclusivamente a lo observado en las disecciones de cadáveres humanos, la teoría de la circulación de la sangre y otros recientes descubrimientos fisiológicos, la indagación necrópsica de las lesiones anatomopatológicas asociada a la observación clínica, los supuestos del método inductivo, la filosofía atomista y la imagen cartesiana del ser humano.

El concepto de *fermentatio* ocupa en la obra de Willis un puesto central, pero con un significado distinto del que le daba Sylvius. Bajo el influjo del atomismo de Gassendi, la consideró un fenómeno, presente tanto en la materia viva como en la inorgánica, cuya causa es el movimiento de las “partículas” indivisibles de diversas formas geométricas que componen ambas. Debido al carácter hipotético de las ideas atomistas, las combinó con los resultados de los análisis químicos, aceptando que las “partículas” se presentan como *spiritus, sulphur, sal, aqua* y *terra*, cinco “principios” que corresponden a otros tantos niveles de destilación, desde la extraordinaria finura material del *spiritus*, hasta el grosero residuo formado por la *terra*. Las materias nutritivas resultantes de la digestión llegan a la sangre por dos caminos: la parte más sutil, integrada por *aqua* y *spiritus*, pasa directamente desde la pared esponjosa del estómago a las ramificaciones de la vena porta; la más espesa pasa del intestino a los vasos quilíferos y la cisterna torácica, llegando desde allí a las venas. La circulación permite que la sangre lleve las materias nutritivas a todo el organismo. Aplicó asimismo la circulación al *sucus nervus* para explicar el funcionamiento del sistema nervioso. La fiebre estaría producida por una alteración de los procesos fermentativos que ocasiona un movimiento desordenado de la sangre que altera de varios modos al organismo. Las *intemperies* resultantes no son tan esquemáticas como las *acrimoniae* de Sylvius. Lo mismo que éste, concedió gran importancia a la observación clínica, pero no solamente realizó excelentes descripciones, sino que planteó un programa de fundamentación inductiva de la patología, que Sydenham completaría más tarde con su concepto de *species morbose*.

La segunda etapa de su producción científica, dedicada al sistema nervioso, comenzó con *Cerebri anatome* (1664), uno de los puntos de partida de la neuroanatomía moderna. No es solamente una contribución a la anatomía macroscópica descriptiva, sino también una investigación de conjunto de la morfología nerviosa, que incluye la embriología, la anatomía comparada y la patológica. Fue resultado del trabajo en equipo, tal como lo impulsieron los seguidores de la “nueva ciencia” en la etapa republicana de Oxford. Como ejemplos de su rico contenido morfológico, citaremos numerosas precisiones sobre el sistema nervioso vegetativo, una nueva clasificación de los nervios craneales que alcanzó vigencia general en la época

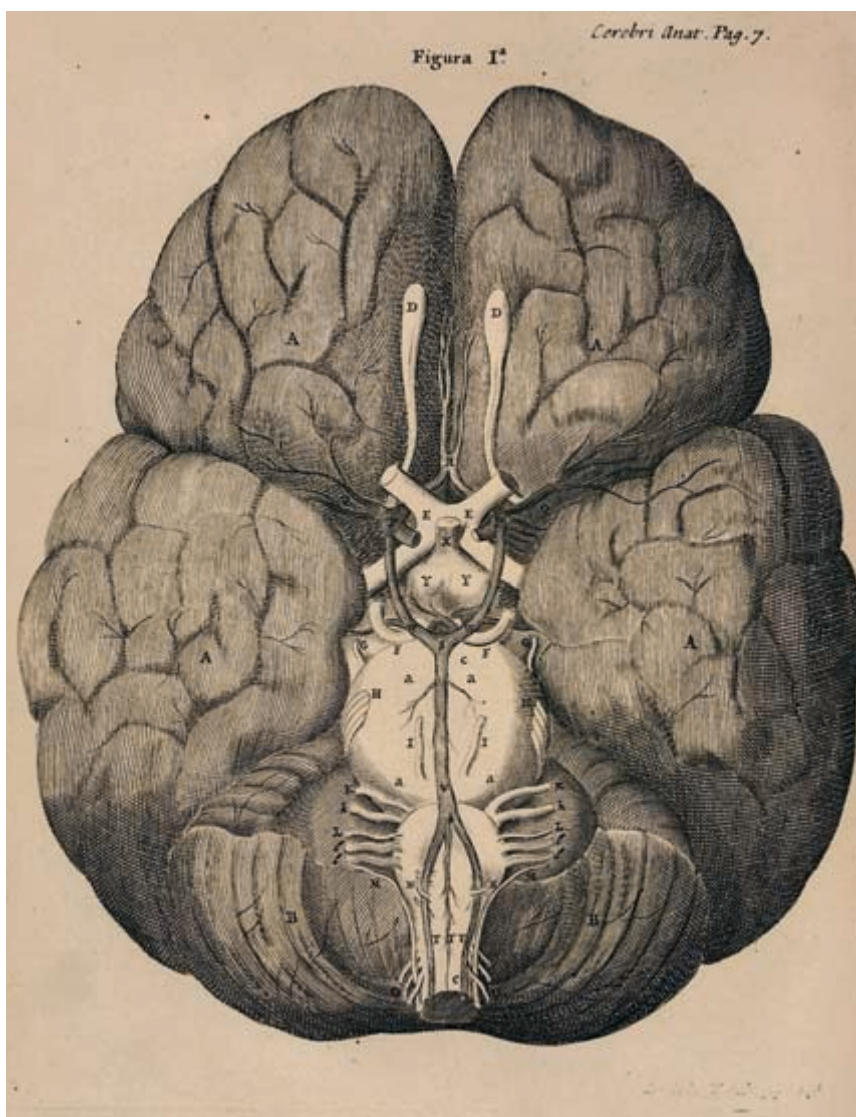


2. ESQUEMA DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS de la fisiología iatroquímica de Willis. Dibujo de J. M. López Piñero (1971).

3. BASE DEL ENCEFALO, con los bulbos olfatorios, el quiasma óptico, los cuerpos mamilares, la protuberancia, el origen de los nervios craneales y la anastomosis circular formada por la carótida interna, las arterias cerebrales anterior y posterior y las comunicantes posteriores, hoy llamada “polígono de Willis”. Calcografía, grabada por el arquitecto Christopher Wren, de *Cerebri anatome* (1664).

y una célebre calcografía, grabada por el arquitecto Christopher Wren, que representa la base del encéfalo, con los bulbos olfatorios, el quiasma óptico, los cuerpos mamilares, la protuberancia, el origen de los nervios craneales y la anastomosis circular formada por la carótida interna, las arterias cerebrales anterior y posterior y las comunicantes posteriores, hoy llamada “polígono de Willis”, aunque había sido antes descrita por el suizo Johann Jakob Wepfer. Incluye también una interpretación de la fisiología nerviosa que no es más que una versión iatroquímica de la doctrina tradicional de los “espíritus animales”: estos últimos se forman en el cerebro, a partir de la sangre arterial, por un proceso de destilación y están compuestos de “una materia etérea, extremadamente fina”; a través de los nervios, los “espíritus animales” llegan después a todos los territorios orgánicos como agentes de las sensaciones y de los movimientos.

Willis prosiguió con un *Specimen* de “patología cerebral y nerviosa” (1667), principalmente dedicado a la epilepsia y otras “enfermedades convulsivas”. Esta denominación la reserva a las afecciones dependientes de trastornos nerviosos, de acuerdo con su peculiar teoría iatroquímica de la convulsión. Incluye entre ellas la histeria y la hipocondría, que considera dos enfermedades diferentes, aunque relacionadas entre sí. Afirma que la histeria, “la llamada afección uterina, es primariamente una enfermedad convulsiva y está causada por una alteración cerebral y nerviosa”. Igualmente, la hipocondría es una “enfermedad espasmódica” producida por una alteración nerviosa consistente también en “unos trastornos de los espíritus animales”, que hace partir, sin embargo, del bazo. Dedicó su siguiente obra a defender la condición “nerviosa” o “espasmódica” de la histeria y la hipocondría frente a Nathanael Highmore, que las había reducido a alteraciones hemodi-



námicas puramente cardiovasculares. Esta *Pathologia spasmodica vindicata* (1670), en la que puede situarse el origen del concepto de neurosis, lleva un apéndice fisiológico sobre la sangre y otro acerca del movimiento muscular.

La dedicación de Willis al sistema nervioso culminó con la publicación del libro *De anima brutorum* (1672). Es una exposición, influida por Van Helmont, de su concepto de *anima sensitiva* y de cómo interviene en la patogenia. Producto de la parte más ígnea y sutil de la sangre, de ella dependen actividades de la vida animal como las sensaciones, los movimientos y los impulsos, y de su alteración, una amplia serie de enfermedades: letargo, somnolencia, insomnio, vértigo, apoplejía, parálisis, delirio, melancolía, manía, etc. Basado en investigaciones sobre diversas especies animales, este libro significó el desplazamiento del mecanicismo por una

tendencia vitalista, que acabaría conduciendo al animismo de Stahl.

El último intento de Willis fue fundamentar la farmacoterapia con la nueva investigación experimental en *Pharmaceutice rationalis* (1674-75), que contiene las mejores observaciones inglesas de la época sobre la textura microscópica del cuerpo humano, así como una descripción de la diabetes sacarina que fue sólo la primera publicada en Europa, ya que más de un milenio antes había sido expuesta en los *samhitâ* de la medicina clásica india.

Aunque tuvo discípulos, no puede decirse que en torno a Willis se formara una escuela iatroquímica europea semejante a la de Sylvius. Solamente es obligado citar a Richard Lower, que ya fue ayudante suyo en Oxford durante los años republicanos, sobre todo por la descripción de la estructura del miocardio, que expuso en su *Tractatus de corde* (1669).

El sentimiento de pertenencia a un grupo

El poder de las masas sobre la psique del individuo nos produce ora respeto, ora un profundo rechazo. Pero nunca nos deja indiferentes

Bernd Simon

En la escena, una celda es angosta y sucia. Acurrucados en el frío suelo hay tres hombres vestidos con sayones de lino. Miran al vacío. Se estremecen al menor ruido. Nuevo fotograma: aparecen dos carceleros, uniformados, al otro lado de las rejas. Llevan gafas de sol azogadas y hacen resonar las porras de goma en las palmas de sus manos. Esos cuadros de auténtica pesadilla pertenecen a la película *El experimento*. Según sus directores, se inspiraron en las investigaciones de Philip Zimbardo (1971), quien mostraría su desacuerdo con esta dramatización cinematográfica.

Este profesor de la Universidad de Stanford había elegido para su ensayo a un grupo de estudiantes —psíquicamente sanos— y los había dividido, de forma aleatoria, en dos grupos: “vigilantes” y “reclusos”. Los participantes habían de pasar dos semanas en una prisión simulada. Pero al cabo de seis días, tuvo que interrumpir el experimento: los “vigilantes” habían desarrollado rasgos de sadismo; en su trato con los “reclusos”, recurrían a la violencia física y psíquica.

¿Cómo pudieron transformarse de tal manera y en tan breve tiempo unos sujetos completamente normales y pacíficos? La respuesta entonces disponible era inmediata: en medio del anonimato del grupo el ser humano libera todas sus inhibiciones y desarrolla un comportamiento opuesto a las normas éticas. ¿Hemos de aceptar que el hombre, diluido

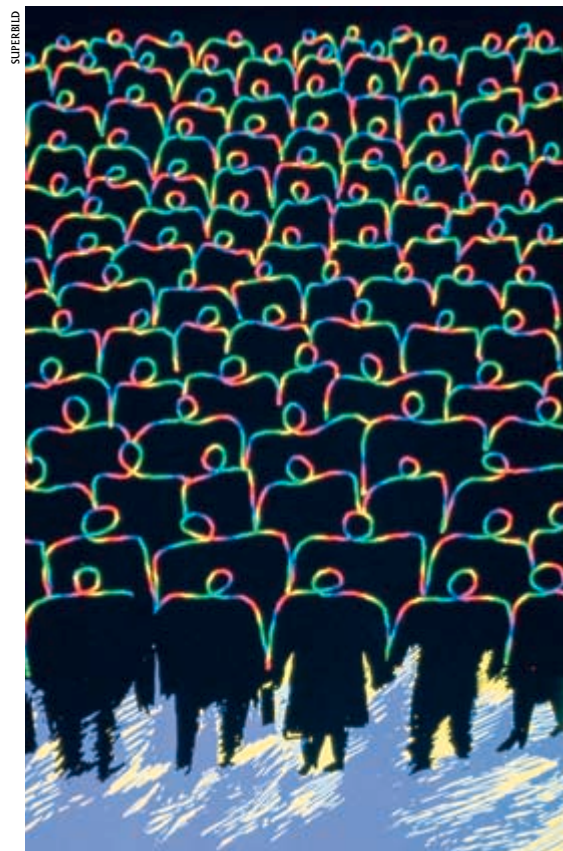
en la masa, se convierte en animal gregario, fuera de la ley y privado del sentido común y del sentimiento de la compasión?

El trabajo de Zimbardo se considera ahora un clásico de la psicología social. Suele mencionarse para respaldar la idea de la maldad de las masas. Pero, ¿se trata de un concepto con fundamento real? Stephen Reicher y Alexander Haslam, psicólogos también, repitieron el ensayo hace un par de años, en colaboración con la cadena de televisión BBC. Llegaron a un resultado muy distinto: los individuos a los que les habían asignado el papel de “vigilantes” se comportaron de forma insegura y encontraban una creciente dificultad en imponerse a los “reclusos”. Haslam y Reicher concluyeron que el comportamiento del grupo dependía de las expectativas de cada sujeto en su papel social: si se exige una presencia autoritaria, los excesos serán la consecuencia más lógica, tal y como ilustra el experimento de Zimbardo.

Todo transcurre en un ámbito racional

El experimento británico pone en cuestión la visión crítica tradicional sobre la masa, resumida en la aseveración de que en la multitud el individuo desaparece y

se deja arrastrar a acciones indeseadas e irracionales. Recientemente, algunos psicólogos sociales han abundando en esa desmitificación y han demostrado que en su seno transcurren también procesos psicológicos que admiten una explica-



ción científica. El comportamiento de esos grupos no tiene por qué ser erróneo, irracional o patológico.

Resulta curioso que en nuestra imagen de la masa predominen con carácter muy general los aspectos sombríos. Al fin y al cabo sabemos, y no sólo desde la caída del muro de Berlín, que el progreso social es inimaginable sin los movimientos de masas. Ya se trate de derechos humanos, bienestar social o protección del medio, muchos de los logros de que disfrutamos se deben al compromiso de mucha gente: multitud de personas que lucharon codo con codo por una causa en un momento determinado de la historia y que pospusieron tras ese empeño sus intereses personales.

En el fenómeno de las masas nos fascina la enorme influencia que puede ejercer en el comportamiento del individuo; aun cuando se apunte, en parte, a direcciones contrarias. Pensemos en la persona de un grupo de auxilio en catástrofes, que arriesga su vida para evitar las tremendas consecuencias de una inundación, o en aquella otra que está dispuesta a inmolarse en atentado suicida por una meta colectiva “superior”. Lo común a estos y otros ejemplos es que en la sugestión de ese ambiente colectivo el individuo trasciende lo personal, lo mismo en lo bueno que en lo malo.

El objeto por excelencia de la llamada psicología de masas es la interacción compleja entre el yo y el nosotros, entre el individuo y la masa. Se le atribuye su fundación al médico y sociólogo francés Gustave Le Bon (1841-1931). En *Psychologie des Foules* (Psicología de las masas), publicado en 1895, describió al hombre colectivizado como un ser que pierde su identidad y con ello el control sobre su propio comportamiento. Impulsado sólo por sus emociones e instintos aboca a una situación primitiva. Le Bon la calificaba como el “inconsciente racial”.

Aunque otros investigadores rechazaban esta formulación tan estricta, atribuían sin embargo a una colectividad una conciencia psíquica autónoma. Así, el psicólogo William McDougall (1871-1938), quien al principio del siglo xx formuló la tesis de la mente grupal. Según ésta, quien se integra en la masa renuncia al propio yo en favor de un “alma colectiva”.

Estas ideas de Le Bon y McDougall suscitaban posteriormente una reacción de claro escepticismo. A muchos les sonaba como muy metafísico eso de una masa con sensaciones psíquicas propias. Además, los antiguos puntos de arranque teóricos se hallaban teñidos de un tras-



fondo antidemocrático. Pese a ello ha pervivido hasta nuestros días un elemento básico: el concepto de la identidad.

Por regla general la incorporación a un grupo o masa social supone una forma de represión de la identidad individual propia. Algo aplicable de formas diferentes tanto a las agrupaciones políticas como a los clubes de bolos o a las orquestas musicales. Los psicólogos definen este hecho como “desindividuación” o “despersonalización”. En determinadas circunstancias, ello puede llevar a que se rompan las normas sociales establecidas; lo observó Zimbardo en su experimento de la prisión: estudiantes normalmente bondadosos se transforman en matones. Fenómeno atribuible a la nueva identidad que se les asigna en el experimento.

Adscripción arbitraria

Durante los años setenta del siglo pasado fue ganando terreno una nueva óptica de los fenómenos de masas, basada en los resultados de estudios realizados con grupos reducidos. Aquí se mezclan los probandos y se clasifican en grupos según criterios aleatorios y partiendo de principios triviales como la vestimenta o determinadas preferencias. Por muy arbitraria y discrecional que sea la clasificación, esto genera en la mayoría de los casos un fuerte sentido colectivo y un comportamiento acorde con el mismo. A partir de tales diagnósticos los psicólogos Henri Tajfel, de la Universidad de Bristol, y John Turner, actualmente en la Universidad de Canberra, formularon a principios de los ochenta la “teoría de la identidad social”, abreviada SIT (Social Identity Theory). Según ésta, la pertenencia de un individuo a un grupo despierta el sentimiento del “nosotros”, “el

2. BRUTOS DE UNIFORME. La película *El experimento* lo exagera hasta el extremo: poco después de repartir los papeles entre vigilantes y reclusos, lo que era un mero juego derivó en un espectáculo sangriento.

yo colectivo”. Cuanto más fuerte es la pertenencia de una persona a un colectivo, tanto más intensa es la identificación con éste y la aceptación de sus ideas de los valores y de las normas. Contrariamente al modelo de Le Bon y de McDougall, la teoría de la identidad social sigue valorando al hombre individual y no al colectivo como tal. Al fin y al cabo, sigue siendo el individuo el que siempre percibe, siente, piensa y actúa.

Pero, desde la perspectiva inversa, las propiedades del grupo no se pueden reducir a las capacidades y pensamientos de sus miembros; del mismo modo que la característica de un reloj — marcar las horas — no es la función de sus piezas individuales como los tornillos, el péndulo o los muelles. Tan sólo la coordinación de todos los elementos hace del reloj un cronómetro y de un grupo de individuos, un colectivo.

Cuanto más profundamente se enraíza una persona en una masa tanto más se ajustan los intereses individuales a los del grupo. Y, consecuentemente, las normas y los motivos del colectivo se funden con los propios, a veces hasta el punto de que lo más importante es el destino del grupo. En esos casos, el individuo aporta al bien común incluso el máximo sacrificio personal, su propia inmolación.

Cuando el yo colectivo asume el control sobre la percepción y la actuación de una persona, ésta deja de distinguir entre el “yo” y el “tú”; sólo divide entre “nosotros” y “los demás”. Algo que puede



KRIEGSDENKMAL AM HAMBURGER DAMMTOR, VON 1936 / DPA

suceder también en determinados momentos, por ejemplo cuando el vecino que normalmente es una persona simpática se transmuta cada sábado en un fanático chillón del fútbol y clama contra los partidarios del equipo antagónico. En su opinión, el asunto está bien claro: la demostración de lealtad radica en el reconocimiento del “nosotros”, el propio club.

En el mejor de los casos este fanático del fútbol ignorará lo desconocido (“los otros”) y hará todo lo posible por deva-luarlo y atacarlo. Bien es cierto que no se trata ni de la manifestación de una psi-que de masas misteriosa ni de un retorno a la barbarie. El comportamiento de las personas dentro del grupo y como parte componente del mismo es completamente racional y acorde a las reglas correspon-dientes, aunque este hecho no se reconozca siempre desde fuera. Los gritos de gue-rra de los fanáticos en el estadio sirven para animar a su equipo a la victoria.

Incluso en aquellos casos en los que el partido se da por perdido y la frustra-ción de los fanáticos ya deriva en auténtica violencia, ésta no se dirige arbitra-riamente contra cualquiera. Más bien la agresión se orienta al “grupo extraño”, o sea, en primera línea contra los hin-chas contrarios fácilmente reconocibles por los símbolos característicos como bufandas y escudos. A veces, sin embargo, esta barrera entre el “nosotros” y “ellos” se puede desplazar de manera rápida y sorprendente. Así, por ejemplo, en casos de batidas policiales por barrios social-

mente deprimidos, se evidenciaba que las personas de diferentes grupos étni-cos unían sus fuerzas para defenderse si la situación aparentemente lo requería. Las acciones policiales fortalecen ese sentimiento comunitario de los habitan-tes de compartir un destino común y los funde estrechamente entre sí.

No se puede perder de vista el marco histórico y social si pretendemos enten-der por qué una masa humana —ya se trate de manifestaciones de protesta o de reuniones espontáneas, de aficionados fanáticos o de terroristas— actúa de una forma concreta y acorde con ciertas nor-mas de conducta. Sólo dicho marco es el que da sentido y justificación al com-portamiento colectivo. Las manifesta-ciones callejeras, por ejemplo, denuncian

3. HEROICA INMOLACION. Se trate de terroristas suicidas o de héroes de guerra, todos ellos posponen su bienestar individual a los intereses de la comunidad.

hechos o situaciones que se consideran injustas. Arrancan de un trasfondo his-tórico o de un motivo actual y suelen dirigirse contra un destinatario deter-minado; por ejemplo, el gobierno.

La masa indiscriminada arrojando piedras

Si en otras circunstancias se declara a alguien como enemigo —por ejemplo, otro grupo diferente nacional, étnico o religioso— el comportamiento comuni-tario puede degenerar en violencia y des-trucción. Pero, ¿cómo es posible que algunas manifestaciones pacíficas se transformen de pronto en masas de gente tirando piedras? También este fenómeno admite una explicación psicológica.

Aquí entra en juego una dinámica espe-cial, típica del comportamiento de masas. Así, por ejemplo, los modos de conducta aislados de algunos individuos, ponga-mos por caso tirar piedras, se pueden extender rápidamente y en apariencia de forma espontánea entre la masa. Pero desde el momento en que al otro se le reco-noce como miembro del grupo —por ejemplo, por la indumentaria correspon-diente— su actuación zanja el tema de la inseguridad de los otros manifestan-tes en lo referente a su comportamiento esperado. La conclusión es que todos emulan a un determinado modelo.



4. MARTIRES EN MASA. En las marchas de masas los miembros del colectivo se cubren psicológicamente las espaldas.

Estos procesos de contagio psicológico se consuman fácilmente en grupos carentes de líderes fuertes o privados de códigos de comportamiento firmemente establecidos, pues en tales contextos los miembros no se hallan seguros de su papel. A falta de normas claras, tratan de imitar con entusiasmo un supuesto modelo, aunque se trate del que marcha resuelto a su lado, que grita consignas y lanza adoquines sin miedo. En otros términos: las masas humanas siguen sus propias reglas y normas.

La cuestión es por qué el individuo debe regirse por cualquier tipo de reglas en medio de la masa anónima. Al fin y al cabo, al cobijo de su anonimato, le resultaría muy fácil sustraerse a las leyes del colectivo sin miedo a ser sancionado por ello. Lo cual debería presuponer que el individuo sigue las reglas de la masa sólo para exteriorizar su conformidad con la misma, es decir, en tanto en cuanto dicho colectivo controla su comportamiento. Pero algunos estudios mostraron la falsedad de este supuesto básico. Muy por el contrario, el anonimato eleva a menudo la disposición a un comportamiento conformista, incluso —aunque no exclusivamente— cuando éste es de naturaleza violenta o destructora.

En psicología social distinguimos entre las normas generales y las aplicables a situaciones específicas. Las primeras integran al individuo en la sociedad. Entre ellas se numeran los comportamientos adquiridos por la educación, pongamos por caso “¡Sé cortés con los demás!”. La mayoría de las personas, incluidos los probandos en experimentos psicológicos, se basan en estas normas generales y no quieren infligir daño a nadie.

El hecho de que lamentablemente dañen a alguien —según muestran algunos experimentos como el de Zimbardo— nos remite a normas específicas de situaciones concretas, cuyo cumplimiento se puede ver incluso reforzado por el anonimato. Pues cuando los probandos asumen los papeles de carceleros están definiendo su yo colectivo, en el que la agresión se convierte en norma específica de situación, con el uso de la violencia: al fin y al cabo todos “sabemos” que los vigilantes carcelarios tienen la función de mantener la disciplina entre los internos.

Uniformes emblemáticos

El anonimato favorece el tipo de comportamiento más acorde con el yo colectivo y con sus normas. Las gafas ahumadas o los uniformes refuerzan la disposición agresiva de los “vigilantes”, pero la reduce, sin embargo, cuando los probandos asumen el papel de enfermeros.



Pero, ¿qué impulsa en la vida real y a qué tipo de personas en general a agruparse en asociaciones, organizaciones o muchedumbres espontáneas? Antaño, los sociólogos calificaban de egoísta disfrazado a aquel que se incorporaba a un movimiento de masas. Su integración y el grado de compromiso en el grupo dependían —siempre según esa tesis— de su “balance coste-beneficio”, es decir, de las ventajas e inconvenientes para él mismo. Hoy día se sabe que los miembros de un movimiento de masas acostumbran venir impulsados por otros motivos. No les mueve sólo el egoísmo, sino también la imagen colectiva de sí mismos.

El reparto desigual de recursos en la sociedad genera la aparición necesaria de diferentes grupos sociales. Los movimientos sociales conectan con ellos y con sus pruebas implícitas y reclutan sus miembros en primer término de los colectivos correspondientes. El movimiento feminista se dirige preferentemente a destinatarios femeninos; el homosexual y lesbiano a los que muestran esa inclinación sexual.

Los que saben influir en la autocomprensión de los individuos pueden movilizar y guiar a las masas, pero también seducirlas. En eso podría radicar, entre otros aspectos, el poder de arrastre de algunos fundadores de sectas o revolucionarios políticos. El análisis del “yo colectivo” puede ayudar a entender mejor las motivaciones tanto de algunos presuntos héroes de guerra como de los autores de atentados suicidas. Pues aquel que sacrifica su vida por un grupo parece —sólo al primer golpe de vista— hacer un balance equivocado en el cálculo de coste-beneficio. En el fondo, en esos

5. DESINHIBICION TOTAL. El anonimato ayuda a liberarse de las inhibiciones. El límite está en las propias normas grupales.

casos no se trata de sopesar los beneficios y perjuicios individuales. Antes bien, la conciencia de estas personas se halla tan penetrada por el yo colectivo, que desde su punto de vista la autoinmolación se transforma en la forma suprema de la autorrealización.

Quizás estos nuevos conocimientos en torno a los procesos de la psicología de masas puedan contribuir a oponer mayor resistencia a las seducciones de los demagogos. Al mismo tiempo, nos permite valorar mejor las fuerzas creativas de los grupos y de los movimientos sociales, sin los que no se hubieran podido alcanzar muchos progresos sociales.

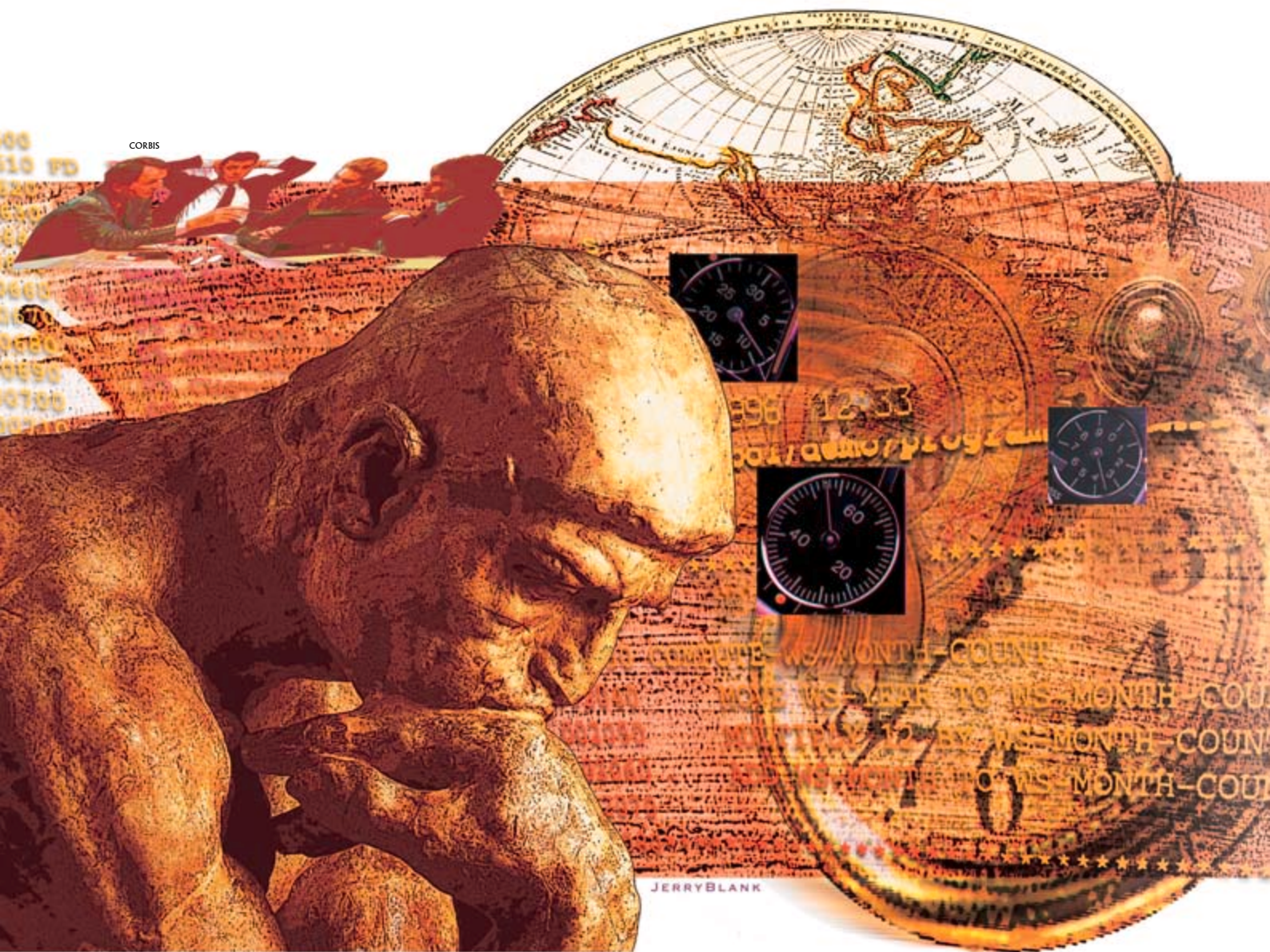
BERND SIMON es catedrático de psicología social en la Universidad Christian Albrecht de Kiel.

Bibliografía complementaria

UMGANG MIT EXISTENZIELLER ANGST: DER II. SEPTEMBER UND SEINE FOLGEN. R. Ochsmann en *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, vol. 33, págs. 3-12; 2002.

SOCIAL PSYCHOLOGY, SCIENCE, AND SURVEILLANCE: UNDERSTANDING THE EXPERIMENT. S.D.Reicher, S.A.Haslam en *Social Psychology Review*, vol. 5, págs. 7-17; 2003.

IDENTITY IN MODERN SOCIETY - A SOCIAL PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVE. B. Simon. Blackwell Publishing; Oxford, 2004.



Libertad y enjuiciamiento criminal

Algunos neurólogos cuestionan la existencia del libre albedrío y, por tanto, nuestras ideas de culpa y responsabilidad

Paul Hoff y Steve Klimchak



El público le increpa cuando el acusado entra en la sala. Se le acusa de robo con homicidio. El delincuente —un tal Raskólnikov— se ha declarado culpable, pero apenas si se inmuta; su arrepentimiento da la impresión de ser una argucia ante el tribunal. Mató a golpes, con alevosía, a una prestamista y a su hermana, porque quería quedarse con su dinero. Raskólnikov pretendía financiarse los estudios de filosofía con el botín.

El juez se enfrenta a cuestiones delicadas: ¿Qué parte de culpa carga sobre sí el estudiante pobre? ¿Comete la fechoría premeditadamente y por motivos bajos? ¿Fue empujado a hacerlo por sus circunstancias personales o le impulsó una ofuscación mental transitoria?

¿Qué mueve a un delincuente al delito?

Raskólnikov, el héroe de la novela *Crimen y castigo* de Fiódor Dostoievski, fue condenado a ocho años de trabajos forzados en Siberia, una pena suave para la Rusia de mitad del siglo XIX. En defensa del acusado, psicólogos experimentados alegaron que “el delito no podía haber sido cometido más que en estado de una transitoria disminución de sus capacidades mentales”.

En nuestros días, los psiquiatras han de valorar, en sus informes ante la justicia, la culpabilidad de los delincuentes. El dictamen forense gira en torno a la pregunta de por qué el sujeto en cuestión ha actuado como lo ha hecho, por qué no actuó de otra manera y, la pregunta más delicada, ¿habría podido actuar de forma distinta?

En su respuesta resulta insoslayable la idea de la voluntad libre, pues en ella se basa la responsabilidad personal de los actos cometidos. Sólo a quien se le supone señor de sus decisiones, es decir, a quien decide libremente “desde sí mismo” si comete o no un delito, se le puede hacer responsable de sus actos. Así entendemos la justicia.

Se considera, en cambio, que una voluntad no es libre, si el pensamiento y sentimiento del actuante están limitados y coartados, por ejemplo, por una enfermedad mental, la drogadicción o un arrebató pasional. El delito de Raskólnikov obedecía también a una necesidad extrema: el hambre y la pobreza empujan al joven universitario a eliminar a la vieja usurera para quedarse con su dinero. ¿Se hallaba, pues, el convicto bajo una necesidad atenuante?

A lo largo de la historia se mostró siempre borrosa la frontera entre acciones libres y no libres. Sin embargo,

Gerhard Roth, de la Universidad de Bremen, y otros investigadores del cerebro han comenzado a cuestionar los fundamentos del libre albedrío. Su credo: la sensación subjetiva de que actuamos libremente, después de sopesar los pros y los contras, no ofrece ninguna garantía de que tal sea la realidad. Determinados ensayos con técnicas de formación de imágenes sugieren más bien lo contrario: los procesos cerebrales opacos a la conciencia conducen a decisiones cuya justificación vendrá después. Por tanto, el libre albedrío sería una mera ilusión.

Ejercicio de dedos con consecuencias

Se basa esta tesis en cierto experimento, ideado hace más de veinte años por Benjamin Libet, de la Universidad de California en San Francisco. Solicitó, a los voluntarios de su ensayo, que movieran el dedo índice en el momento que ellos eligieran. El neuropsicólogo medía simultáneamente la actividad cerebral.

Libet grabó exactamente el momento en el que los probandos comunicaban que se decidían a mover el dedo índice, para compararlo con el modelo de actividad del cerebro. Para su sorpresa, observó que el potencial de disposición (una señal cerebral que indica la preparación de una actividad motora) precedía en aproximadamente un quinto de segundo a la decisión consciente de la voluntad. En otras palabras: el cerebro había iniciado la acción antes de que la persona se hubiera decidido.

Esta observación sólo lleva, según Libet, a una conclusión: “No hacemos lo que queremos, sino que queremos lo que hacemos”. A lo sumo concede a la voluntad una especie de derecho de veto a interrumpir explícitamente en el último momento los impulsos de acción generados por el cerebro. Pero, ¿cómo puede interponerse este veto si no es, de nuevo, por otro proceso cerebral inconsciente? En esta argumentación no está previsto un “yo quiero”.

Es muy cuestionable que, en el ejercicio de dedos de Libet, intervenga una “voluntad libre”. Al fin y al cabo, el investigador había instruido con detalle a los probandos lo que habían de hacer o dejar de hacer. Con todo, nada cambia en el dilema básico: si toda experiencia, conducta y pensamiento humanos se basan en procesos neuronales (algo que, en nuestros días, casi nadie niega en serio), entonces deberían, en principio, venir predeterminados por las leyes de la naturaleza. Pero, en ese caso, no habría lugar para la libre voluntad (para “el

motor inmóvil”), que no estaría determinada por los sucesos materiales de la cabeza.

El problema del libre albedrío y sus bases neurológicas remueve un antiquísimo enigma de la filosofía. ¿Cómo pueden estados mentales (por ejemplo, un propósito) derivarse de procesos cerebrales materiales y, al propio tiempo, influir sobre éstos? ¿Cómo pueden relacionarse las esferas, manifiesta y radicalmente diferentes, del cuerpo y del espíritu? Generaciones de filósofos se han dejado la piel tratando de resolver el problema del cuerpo-alma.

El debate neurofilosófico actual en torno al derecho penal gira, sobre todo, alrededor del concepto de determinismo. En el fondo se agazapa una representación del mundo como sistema cerrado con relaciones estrechas entre causas y efectos, en cuyo seno no existe ningún suceso puramente espiritual, ninguno independiente de esa concatenación causal. Evidentemente, este postulado es también válido, en opinión de los neurólogos, para las “centrales de mando” de la cabeza, que dirigen nuestra conducta.

Pero la imagen determinista del ser humano no sólo contradice nuestra auto-comprensión intuitiva, sino que resulta también difícilmente compatible con los conceptos de “libertad”, “responsabilidad” y “culpa”.

No podía resistirme

Imagínese, por un momento, que el estudiante Raskólnikov justifica su crimen ante el juez en estos términos: “No pude resistirme. Quise matar a la vieja. Pero las decisiones no nacen del aire. La decisión tiene una historia previa que la fija. Sencillamente, yo no podía hacer nada en contra”.

La argumentación podría alargarse indefinidamente: cada una de nuestras acciones se basa en presupuestos que tienen, a su vez, otros presupuestos que los determinan. Siguiendo una mentalidad estrictamente determinista nos llevaría a una conclusión espinosa: el ser humano es un autómatas.

Durante muchos años, la psiquiatría forense rechazó como mera especulación mental las dudas sobre el libre albedrío que manifestaban los neurólogos. En opinión de los forenses, los argumentos aducidos eran irrelevantes para los expertos, pues la praxis judicial se basa, *de facto*, en hipótesis distintas de las que emplean las ciencias empíricas. En un juicio no se piden motivos deterministas, sino que se evalúa el grado de libertad del acusado.

Es la hora de los juristas

Ahora bien, ¿no se reduce este razonamiento, en última instancia, al principio de que no puede ser lo que no debe ser? Cuando los abogados, basados en los conocimientos de las ciencias del cerebro, empiezan a arrojar dudas sobre la culpabilidad de sus clientes, el dere-

cho penal podría, con razón, comenzar a tambalearse.

La disputa sobre cuánto puede aportar la psiquiatría forense a la explicación de la culpabilidad del sujeto es tan vieja como la misma disciplina, es decir, tiene al menos 200 años. Al principio del siglo XIX, la “enfermedad mental” era aún

considerada como autoinculpación, pues se atribuía al inculpaado que había infringido voluntariamente las normas sociales y religiosas.

Los antropólogos criminalistas, como Cesare Lombroso, sostuvieron más tarde la tesis del “criminal nato”, que se comporta necesariamente como corresponde a su predisposición enfermiza. La causa se situaba en una especie de defecto cerebral irreparable y hereditario, sin posibilidad de reprimirlo. La consecuencia lógica era encerrar a los culpables, a veces, de por vida. Según esta doctrina, no había ningún motivo para ofrecer una ayuda terapéutica.

Por suerte, el panorama ha cambiado. Con todo, podrían formarse en el futuro dos grupos diferenciados en el seno de la psiquiatría judicial. Por un lado, los “tradicionalistas”, que atribuyen la culpabilidad del acusado a posibles trastornos psíquicos en el momento del hecho o a las desfavorables circunstancias en que se ha desenvuelto. En su veredicto se fían mucho, además del procedimiento diagnóstico estandarizado, de su propia intuición y experiencia profesional.

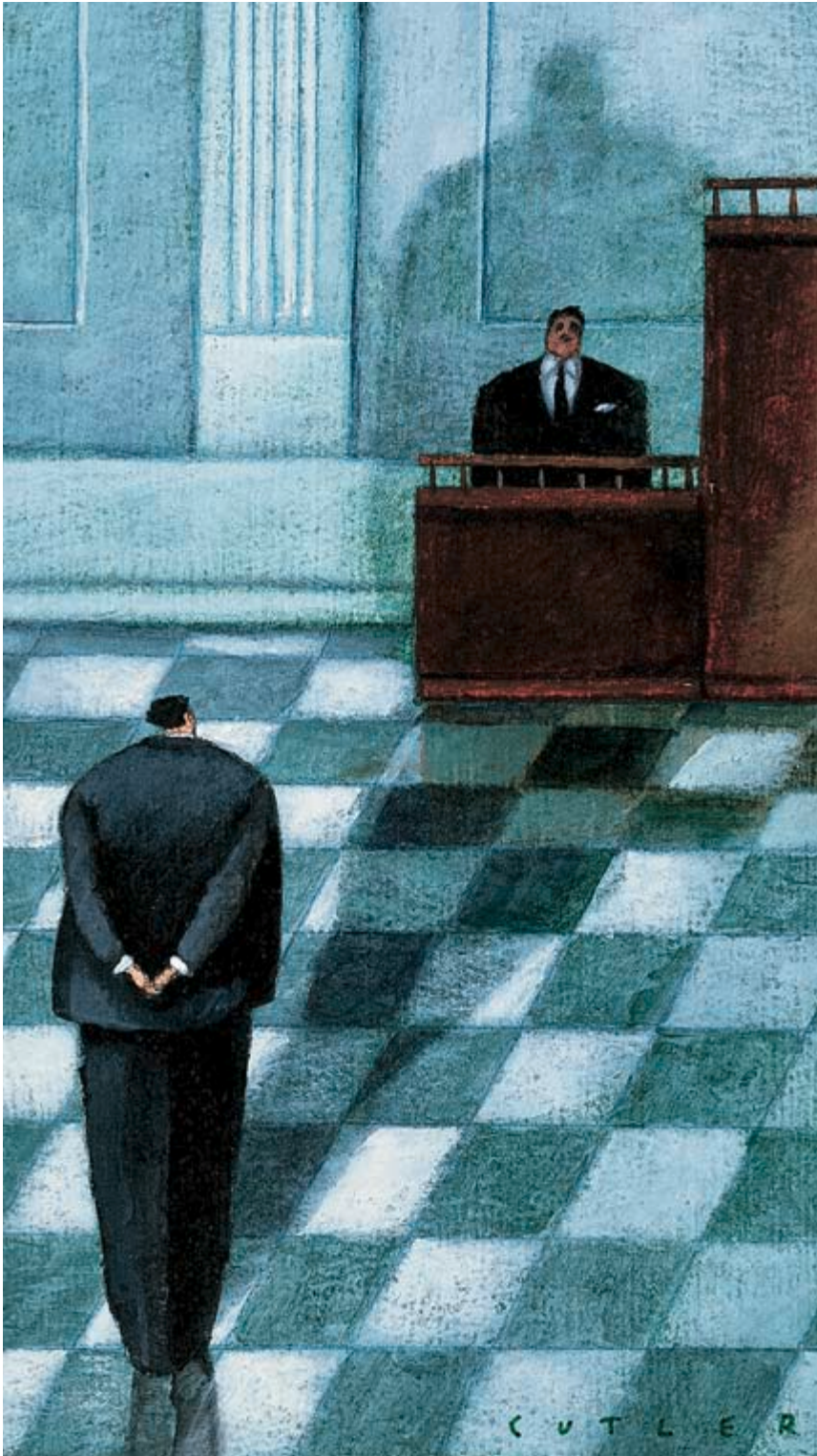
El segundo grupo, el de los “neurobiólogos”, si se nos permite ese abuso del lenguaje, se vale de otros métodos muy distintos; buscan, mediante técnicas de formación de imágenes como la tomografía de resonancia magnética funcional, los desajustes en la actividad cerebral de los delincuentes, lo mismo en el procesamiento de los sentimientos que en el control de los impulsos. Este enfoque aplicado a la práctica de la emisión de dictámenes, raro en nuestros días, adquirirá notable relevancia en el futuro.

Ambos grupos reivindican para sí, ante la opinión pública, la fuerza de sus pruebas. Llegan, empero, a conclusiones muy diferentes. Mientras el “tradicionalista” tiende a resaltar la inadaptación social del delincuente, el “neurobiólogo” busca preferentemente las disposiciones conductuales ancladas en el cerebro. En principio, puede que también éstas se hayan adquirido y sean curables, pero, en la práctica, la oferta de los métodos neurobiológicos encierra el peligro de un pensamiento excesivamente determinista. En

1. ¿IN DUBIO PRO REO?

Las dudas en torno al libre albedrío proyectan sus sombras en los juicios: quien hace lo que le “ordena” su cerebro, no es culpable.

CORBIS



Respuestas al problema cuerpo-alma

Una mirada a la historia del pensamiento puede ayudar a comprender mejor el problema del libre albedrío. La atención prestada, durante siglos, al problema cuerpo-alma ha articulado distintas posturas.

En primer lugar hay que mencionar aquí el **dualismo de las substancias**. Su defensor más representativo fue René Descartes (1596-1650). El filósofo francés distinguía entre una esfera puramente material, a la que denominó “res extensa”, y otra espiritual, la “res cogitans”. El problema central del dualismo reside en explicar cómo pueden interactuar estas dos esferas independientes. Puesto que el hombre se vive como ser corporal y espiritual, parece indiscutible tal relación. Un defensor del monismo lo tiene más fácil: sólo reconoce la existencia de una esfera; en la mayoría de los casos, la material.

Recientemente ha aparecido, en lugar del dualismo que hasta ahora era la postura dominante, la tesis que considera lo espiritual como un componente integral y cualitativamente no distinto de la naturaleza, es decir, sin un estatuto metafísico especial. Este materialismo parte de la identificación de los sucesos mentales con estados funcionales del cerebro o al menos de una correspondencia directa con éstos. Por tanto, pueden estudiarse con los métodos de las ciencias de la naturaleza. Esta corriente se combina con la epistemología evolutiva. Sus defensores consideran nuestras estructuras mentales como productos de la evolución biológica, similar a la forma y función de las partes del cuerpo; lo cual corresponde a una imagen del mundo estrictamente naturalista.

Una variante radical del monismo presenta el “materialismo eliminativo”. Sostiene que un día será redundante hablar del alma, del pensamiento, de la sensación y de los planes; ese día la ciencia empírica podrá explicar y describir, con criterios estrictamente neurobiológicos, todos los fenómenos espirituales. En ese caso, una planificación de las actuaciones sería, de hecho, idéntica a la sucesión de determinados estados neuronales en las respectivas redes locales



EL DUALISTA René Descartes buscaba el refugio del espíritu en el cuerpo y creyó haberlo descubierto en la glándula pineal.

corticales y subcorticales del cerebro. Tal doctrina considera los conceptos de personalidad y libre albedrío como propios de la “psicología cotidiana”, transmitida culturalmente, útil para el bien común, pero, en realidad, mitos científicamente insostenibles.

Otra variante del materialismo es el **funcionalismo**. No llega a equiparar del todo los fenómenos mentales con los procesos físicos. Si atribuye a cada estado del sistema neuronal lo que nosotros llamamos psique, estados mentales o pensamiento. A través de la analogía, a primera vista iluminadora, con el ordenador, el funcionalismo ha dejado sentir su influencia en la neurociencia del conocimiento. Este enfoque elude los lógicos inconvenientes de la tesis radical de la identidad, pero al precio de introducir el concepto, difícil de captar, de “función”.

La teoría de la emergencia supone un cierto compromiso. Remite a una categoría de fenómenos que se derivan o “emergen” de un “sustrato” material, es decir, de procesos cerebrales. Esta afirmación es, en última instancia, una

postura dualista, aunque compatible con una variante epistemológica “suave” del materialismo. Por una parte, postula que todos los fenómenos mentales tienen una base material, es decir, neurobiológica; pero, por otra, no se identifican con ésta. Se derivan, más bien, de lo material como algo nuevo y peculiar. Con todo, el concepto de emergencia sigue siendo problemático; resulta harto difícil acotar una definición del mismo.

En el siglo xx se solía interpretar el problema cuerpo-alma como un “juego lingüístico”. Se sospecha que quizá la secular discusión sobre “cuerpo y alma”, “cuerpo y espíritu”, “soma y psique” ha llevado a que sólo se pensara en estas categorías y, por tanto, se tuvieran por reales. En nuestros días, muchos defensores de la filosofía analítica del espíritu rechazan el dualismo. Pese a todos esos empeños, sin embargo, persiste abierta la cuestión de si, algún día, se tenderá un puente entre la ciencia empírico-materialista y los conceptos de subjetividad y libre albedrío.

cierto modo, el viejo cliché del criminal nato podría volver a introducirse de una manera subrepticia, por más que los diagnósticos neurobiológicos no hayan dado respuesta, ni de lejos, a la cuestión sobre culpabilidad y responsabilidad. Volveríamos a estar en el tema del libre albedrío.

Intentos de reconciliación por parte de los filósofos

Para Peter Bieri, profesor de filosofía en la Universidad Libre de Berlín, todo

depende de lo que se designe por libre albedrío. Sólo cuando sabemos qué es razonable entender por una voluntad libre, se logra quizá compaginar nuestra comprensión cotidiana —el sano sentido común— con los resultados de la investigación cerebral.

Por eso, dice Bieri, resulta insensato oponer al pensamiento determinista de los investigadores del cerebro un concepto de libre albedrío que lleva a una especie de indeterminismo ingenuo. Al

fin y al cabo, la libertad no significa la arbitrariedad injustificada de las decisiones. Experimentamos nuestra voluntad como libre no cuando podemos querer algo, sino cuando queremos algo que hemos valorado como correcto, en virtud de reflexiones racionales propias.

Es evidente que en este juicio nos hallamos influidos por muchos factores internos y externos y sólo vivimos de hecho como consciente una fracción de los procesos cerebrales de decisión. Mas, por ese



2. EL CRIMEN NO ES RENTABLE. En la adaptación hollywoodense de *Crimen y castigo* la mala conciencia corroe a Raskólnikov (interpretado por Patrick Dempsey).

motivo somos no-libres sólo hasta cierto grado, pues libertad no significa la ausencia de razones, sino la conformidad de éstas con nuestro pensamiento. Bieri la denomina “voluntad libre condicionada”.

¿Cómo se siente un murciélago?

Por más vueltas que le demos, el libre albedrío sigue siendo problemático, porque no encaja en el ordenamiento de las categorías de las ciencias de la naturaleza. Con todo, una cosa está clara: la idea de la autonomía personal se entrelaza estrechamente con nuestra autocomprensión como seres humanos. Sin la idea de un sujeto que, en determinados ámbitos, actúa libre, no sería concebible una conciencia del yo. Lisa y llanamente, el concepto de persona perdería su sentido.

Otra característica de nuestra vivencia consciente es que siempre se refiere a un objeto determinado: nos alegramos por algo, tenemos miedo de algo, etcétera. Los filósofos hablan, a este respecto, de la intencionalidad de los procesos mentales. En opinión de Daniel Dennet, de la Universidad Tufts, y de John Searle, de la Universidad de California en Berkeley, cultivadores ambos de la filosofía de la mente, característica tan peculiar no puede derivarse en absoluto de hechos o circunstancias físicas.

Algo similar sucede con los *qualia*. Con este término se designan las cualidades subjetivas exclusivas de nuestras vivencias: la sensación que nos produce la percepción de un color rojo o el sen-

timiento de rabia o repugnancia, por ejemplo, ante determinadas situaciones. Los *qualia* constituyen, pues, la singularidad de nuestra conciencia individual. No son accesibles a ninguna otra persona fuera de nosotros mismos, ni siquiera lo son a los más refinados métodos de medición de los investigadores del cerebro.

Thomas Nagel, filósofo de la Universidad Vanderbilt de Nueva York, expuso esta idea en el título de un artículo que se ha hecho famoso: “What is it like to be a bat?” (¿Qué se siente siendo un murciélago?). Según Nagel, esta pregunta sólo tiene una respuesta: ni lo sabemos, ni lo podemos saber, pues la percepción íntima de un murciélago nos está vetada en principio. Esto mismo vale también —y a ello remite evidentemente la analogía— para la perspectiva del yo de otra persona. Los filósofos hablan, en este caso, de la “referencia en primera persona”.

Podemos, pues, admitir que la intencionalidad y los *qualia* son peculiaridades de nuestra conciencia. El libre albedrío, la vivencia subjetiva de nuestra propia autoría, forma parte posiblemente de la misma categoría: una cualidad necesaria de la conciencia del yo que, en cuanto tal, es real y eficaz.

Personas en lugar de autómatas

En la discusión actual en torno al libre albedrío se procede a veces como si hubiera que elegir entre dos extremos. “El libre albedrío es una ilusión; las personas actúan como autómatas a las que

su cerebro hace creer que son ellas quienes deciden.” Así reza una tesis. La opuesta no es menos osada: “Los conocimientos neurobiológicos no tienen ninguna importancia para nuestra propia concepción de personas que actúan libre y responsablemente”. La verdad, como suele pasar, está en el medio.

Ciertamente no aporta nada al progreso del conocimiento —y menos aún a la vida social—, si se quisieran rechazar rotundamente las ideas de culpa y responsabilidad remitiéndolas al carácter determinista de los procesos neuronales. Pero, por otra parte, no se debería arrojar al niño con la bañera y proclamar que los resultados provocadores de la investigación del cerebro son irrelevantes para la psiquiatría forense sólo porque no concuerdan con las normas filosóficas y jurídicas recibidas.

El héroe de la novela de Dostoievski es también favorable para el esfuerzo por compaginar con la moral la imagen científica del hombre que se generaliza en cada época. Alarmado por su condena, Raskólnikov se decide a emprender una nueva vida.

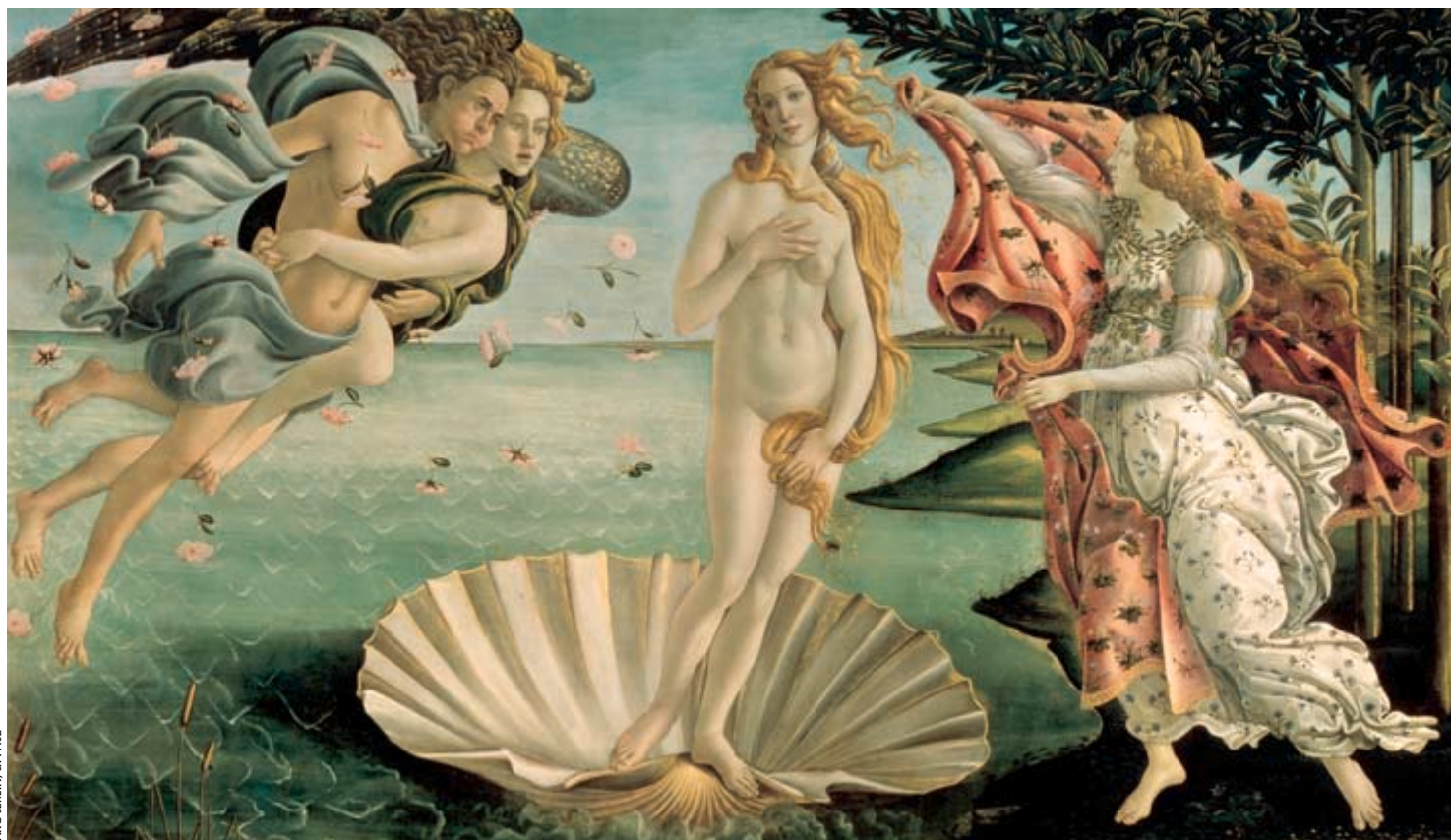
PAUL HOFF, catedrático de la clínica psiquiátrica universitaria de Zúrich, prepara su tesis doctoral en filosofía. STEVE KLIMCHAK es psicólogo de formación.

Bibliografía complementaria

CRIMEN Y CASTIGO. Fiodor Mijaílovich Dostoevskii. Edimat Libros, S. A.; Madrid, 2003.

Estrógenos y cerebro

Los estrógenos no se limitan a controlar la sexualidad femenina, sino que influyen también en las capacidades cognitivas más diversas, lo mismo del varón que de la mujer



Ulrich Kraft

De manera inmediata, la palabra estrógeno evoca sexo. La publicidad de esta hormona obedece a su participación determinante en el control de todos los procesos necesarios para la reproducción femenina. Los estrógenos controlan el ciclo menstrual, bajo cuya influencia maduran los ovocitos dispuestos para la fecundación, propician la ovulación y preparan el útero para la anidación del embrión. Sin esta hormona sexual, producida mayoritariamente en los ovarios,

y de la que se conocen muchas variantes, no podría desarrollarse ningún ser vivo dentro del seno materno. El incremento de los valores plasmáticos de este mensajero durante la pubertad explica las formas femeninas y la maduración sexual. En dos palabras, los estrógenos hacen mujer a la mujer.

No en vano se ha considerado el prototipo de la hormona sexual femenina, motivo por el que los expertos han llegado a creer durante mucho tiempo que sus efectos se desplegaban exclusivamente sobre los órganos responsables de la reproducción. Sin embargo, se sa-

1. EL NACIMIENTO DE VENUS.

Sus amíos con Marte, Mercurio y Neptuno hicieron de la diosa de la belleza, pintada aquí por Sandro Botticelli, una mujer fatal en la mitología antigua.

be que la regulación de los valores estrogénicos se halla sujeta a un ciclo complejo: por una parte, los mensajeros del hipotálamo y de la hipófisis regulan la producción hormonal de los ovarios y, por otra, los estrógenos actúan sobre estas dos estructuras encefálicas. Se descubrió, hace tiempo, que nuestro cerebro

o, por lo menos, parte del mismo, se muestra sensible a las hormonas sexuales.

En el cerebro del varón

Los investigadores comprobaron luego que los estrógenos ejercían acciones cerebrales que trascendían la mera regulación de la síntesis de hormonas sexuales. Los estrógenos modifican ciertas capacidades cognitivas, como el aprendizaje y la memoria; controlan el uso de las estrategias de comportamiento y solución de problemas, y, por último, regulan la vida afectiva. De hecho, en algunos estudios se señala que las neuronas de ciertas regiones cerebrales precisan estrógenos para operar y mantener su función. Por lo demás, esta observación se aplica exactamente igual para el varón, puesto que la principal hormona sexual masculina, la testosterona, se convierte en estrógenos dentro del cerebro.

A comienzos de los años setenta del siglo pasado, se obtuvieron los primeros indicios de la participación estrogénica en el funcionamiento de la masa gris. Se descubrieron por entonces unas moléculas proteínicas en neuronas de cerebros de rata que se unían exclusi-

vamente a la hormona sexual femenina. La sustancia mensajera transmitía su información a las neuronas a través de dichos receptores, que operaban según el principio de la llave y la cerradura. Pero no sólo las neuronas transmisoras de la señal, sino también otras células del cerebro poseen receptores para los estrógenos; por ejemplo, la microglía, tan importante para la defensa inmunitaria, y las células de sostén y alimentación de la macroglía. Probablemente, esta hormona cumpla, además, diversas funciones según el tipo de célula.

Estas funciones no han recibido todavía una explicación definitiva. La investigación de los efectos estrogénicos sobre las células de la glía se encuentra en pañales. De todas maneras, la experimentación con animales ha revelado que los estrógenos refuerzan las defensas naturales de la microglía frente a los estímulos inflamatorios. Este dato podría ser muy provechoso para la esclerosis múltiple o para la enfermedad de Alzheimer, puesto que en esas patologías se acumulan proteínas anormales dentro de las neuronas que inducen un estado inflamatorio, que daña las neuronas y, en última instancia, las aboca a la muerte.

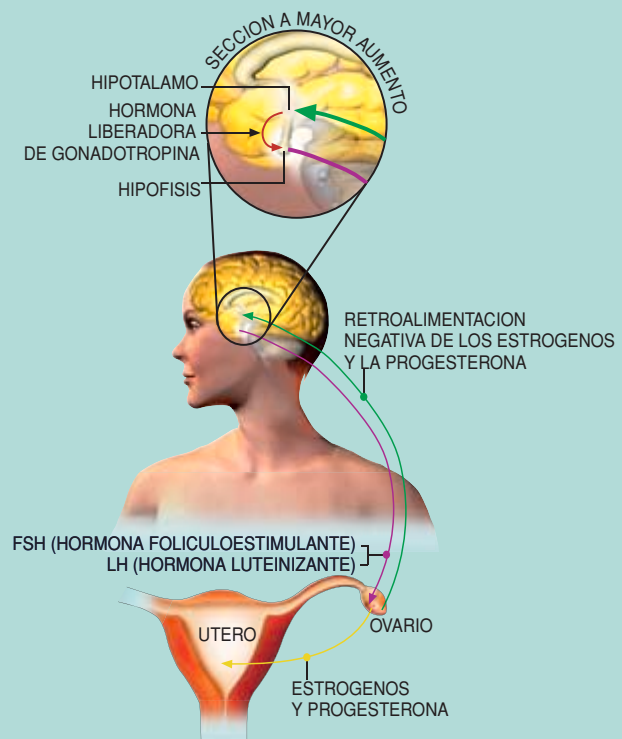
Esta hormona sexual ejerce, al parecer, una función trófica sobre la microglía, es decir, regula el metabolismo de las células de sostén. Las células de la macroglía liberan más hormonas de crecimiento bajo el efecto de los estrógenos, lo que a su vez facilita a las neuronas todas las sustancias necesarias para un funcionamiento óptimo. En los experimentos con animales, y también en las observaciones en humanos, se ha comprobado que los estrógenos protegen de algunas enfermedades neurodegenerativas o, como mínimo, detienen su progresión. Probablemente este efecto protector no dependa tanto de las propias neuronas cuanto de los receptores estrogénicos alojados en las células gliales.

En la Universidad de California en Davis se ha descubierto hace poco que los estrógenos pueden mitigar las secuelas de las apoplejías. Los investigadores, encabezados por Phyllis White, extrajeron los ovarios de ratonas para restringir la producción natural de estrógenos. Luego, dividieron a las roedoras en dos grupos, uno de los cuales recibió estrógenos en dosis bajas. Una semana más tarde, los investigadores bloquearon de manera transitoria el flujo por una de las

La sinergia entre el cerebro y los ovarios

Las hormonas sexuales femeninas se producen en los ovarios; no obstante, la síntesis está sujeta al control de un circuito donde intervienen de manera decisiva dos regiones cerebrales: el hipotálamo y la hipófisis (glándula pituitaria). En la primera parte del ciclo menstrual, la denominada fase folicular, los valores estrogénicos de la sangre se encuentran bajos. Por eso, el hipotálamo sintetiza la hormona liberadora de gonadotropinas. Una de estas sustancias mensajeras, la foliberina (FSH-RF, factor liberador de la hormona foliculoestimulante), induce la liberación hipofisaria de la hormona foliculoestimulante (FSH), que llega hasta los ovarios a través de la sangre. Allí, la FSH aumenta la síntesis de los estrógenos y propicia, además, la maduración del ovocito.

Cuando las cifras estrogénicas alcanzan un determinado valor, el hipotálamo deja de producir foliberina y empieza a segregar LH-RF (factor liberador de la hormona luteinizante). Esta segunda hormona liberadora de gonadotropinas origina la ovulación y prepara la mucosa del útero, junto con la progesterona fabricada en los ovarios, para la anidación del embrión. Si no tiene lugar la fecundación, la concentración sanguínea de estrógenos disminuye de forma brusca y, seguidamente, se desprende la mucosa uterina. Empieza así un nuevo ciclo.



THOMAS BRAUN

arterias cerebrales, desencadenando así una apoplejía; varios días después, compararon las señales dejadas por esta obstrucción cerebral.

El resultado es que las ratonas sometidas al “tratamiento de restitución hormonal” habían sufrido bastante menos daño. “Los estrógenos demoran la progresión del daño celular inducido por la apoplejía”, resume White. “Las neuronas, sobre todo las de la corteza cerebral, sobreviven en mayor número.” Muchas células cerebrales son víctimas de la muerte celular programada, en particular durante la fase tardía del ictus; a través de ese mecanismo, el cuerpo se desprende incluso de células con un daño ligero. Al parecer, los estrógenos limitan dicho proceso de apoptosis. Más aún: “La hormona ejerce incluso efectos positivos sobre el crecimiento de nuevas neuronas”, afirma White.

Esta hormona sexual ocupa ahora un lugar privilegiado en la investigación cerebral, entre otras razones por su efecto neuroprotector. Pero hay otras observaciones que despiertan mayor interés entre los científicos; así, la modulación por los estrógenos de diversos dominios cognitivos, como el aprendizaje, la memoria y el comportamiento. Es evidente que, al margen de todas las estereotipias y clichés sobre los roles, hay diferencias mínimas entre los sexos en cuanto a determinadas capacidades. Las hormonas sexuales aportan, en este caso, su granito de arena. Existe al respecto una prueba determinante: ciertas capacidades cognitivas de las mujeres varían en función de las concentraciones estrogénicas.

Talento oscilante

Onor Güntürkün, biopsicólogo del Instituto de Neurobiología Cognitiva de la Universidad de Bochum del Ruhr, investigó el rendimiento de probandos femeninos frente al denominado test de rotación mental, en distintos momentos del ciclo menstrual. La tarea consiste en girar mentalmente una figura geométrica; mide, pues, la capacidad de representación espacial. Curiosamente, durante la menstruación, cuando las hormonas sexuales se encuentran en su punto ínfimo, los resultados obtenidos por las mujeres se asemejaron a los testigos masculinos. Sin embargo, con la subida de los estrógenos hacia el final del ciclo, su rendimiento empeoró. Por el contrario, el test paralelo de reconocimiento de las palabras mejoró mucho. Estos resultados confirman que las capacidades opticoespaciales de la mujer no son inferiores que las del varón; lo único que sucede es una mayor oscilación del contenido estrogé-

2. LAS ESPINAS DE LA MEMORIA.

Cada vez que aprendemos se multiplica el número de espinas dendríticas (*flechas*) en el cerebro. Sin embargo, las cifras elevadas de estrógenos también fomentan una proliferación de estas espinas (*parte inferior*) entre las ratas.

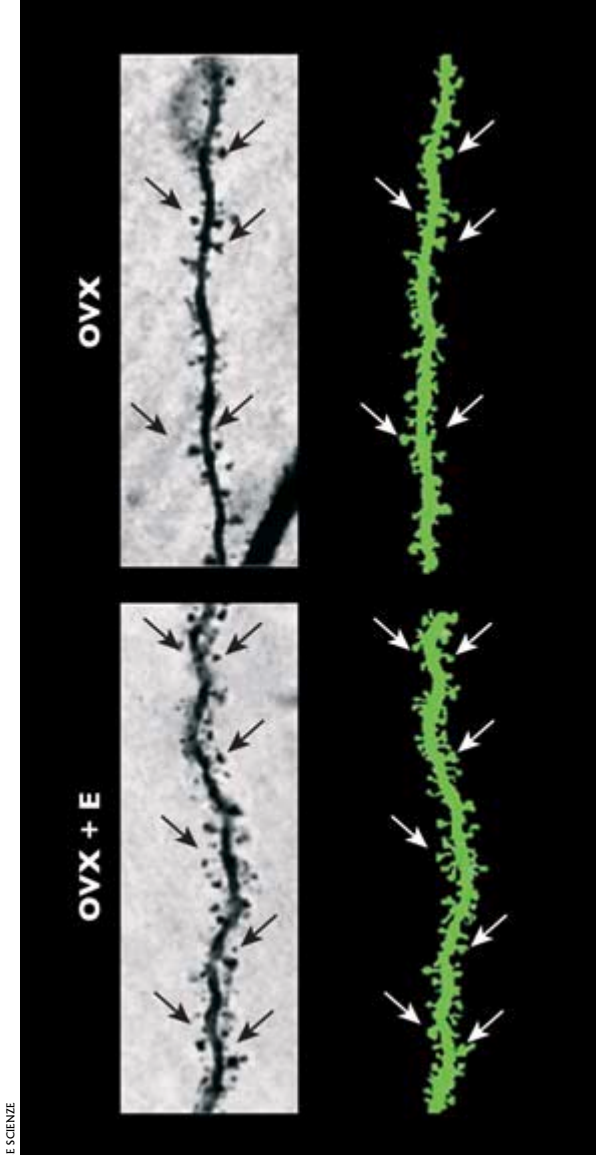
nico cerebral y, con ello, un desplazamiento del centro intelectual de gravedad.

También las ratas manifiestan un comportamiento específico del sexo. Lo mismo que en la especie humana, el equilibrio estrogénico desempeña una función primordial. Sorprende sobremanera que los machos y las hembras no se interesen igual por el entorno desconocido. Si se coloca a los roedores en un territorio ignoto con tres objetos diferentes (una botella, un tubo y un balón), las hembras exploran el primer día el terreno con mayor curiosidad que los machos. Este impulso explorador remite notablemente al cabo del tiempo, pero se reaviva de inmediato en cuanto se cambian de sitio los objetos de la jaula. Este comportamiento, sin embargo, sólo se da entre las hembras predispuestas para la concepción, con valores estrogénicos bajos. Sólo ellas rastrean los terrenos desconocidos con una curiosidad pertinaz. Los machos de la misma especie manifiestan, al principio, cierto interés, pero su impulso de reconocimiento desaparece enseguida. Cuando las hembras no se encuentran en una fase propicia para la concepción y tienen cifras elevadas de estrógenos, cualquier disposición nueva las deja completamente indiferentes y los cambios de la jaula no parecen despertar el más mínimo interés.

Instinto explorador maternal

Este tipo de “regulación hormonal del comportamiento” tiene su sentido. Resulta verosímil que las hembras, dispuestas para la concepción en el momento de la ovulación, exploren con todo detalle el entorno porque, con ello, aumentan las posibilidades de encontrar un macho propicio para el apareamiento. Las cifras de estrógenos continúan también bajas después del parto y alto, el impulso explorador de las madres roedoras, lo cual facilita la protección de la descendencia y el aporte de alimento suficiente.

De la investigación se desprende que existe una relación entre los valores estrogénicos y determinadas funciones cognitivas, lo que explicaría algunas diferencias sexuales. Con todo, los estudios de resonancia magnética funcional han



revelado que los varones y las mujeres no utilizan las mismas regiones del encéfalo para resolver determinadas tareas. Cuando se trata de encontrar la salida a un laberinto virtual, las mujeres activan las regiones situadas en los lóbulos parietal y frontal derecho, mientras que los varones recurren a las neuronas del hipocampo. Pese a todo, unos y otras encuentran la solución casi al mismo tiempo; sus cerebros rinden idéntico servicio, aunque por distintas vías.

Para averiguar cómo modifican los estrógenos este circuito complejo, los investigadores han examinado qué regiones cerebrales o células nerviosas disponen de receptores estrogénicos. La densidad de estos receptores en el hipotálamo y en el área preóptica es muy alta, según cabía esperar, pues el hipotálamo pertenece al circuito regulador de la síntesis de estrógenos y dirige la producción de las hormonas sexuales a través de sus mensajeros propios. Por otro lado, la región preóptica regula, al menos entre los animales, la conducta reproductora. Se trata, en efecto, de una tarea propia

de una hormona sexual; sin embargo, en el hipocampo y en la corteza prefrontal se encuentran también numerosos receptores estrogénicos. Estas regiones se ocupan de funciones intelectuales superiores: el aprendizaje, la memoria y el pensamiento abstracto.

Prolongaciones dispuestas a establecer contactos

Los experimentos con múridos hembras, sometidas a extirpación de los ovarios para rebajar los valores de los estrógenos naturales, han puesto de manifiesto un rendimiento claramente deteriorado de estos animales en distintas tareas de aprendizaje y de memoria. Este efecto negativo se contrarresta con la administración hormonal. Por consiguiente, debe existir una relación entre los estrógenos y la actividad del centro de aprendizaje hipocámpico.

Para aclarar esta conexión, Catherine Woolley, neurobióloga de la Universidad Rockefeller, examinó las sinapsis, zonas de contacto entre neuronas para transmitir la información. Estos lugares corresponden a las espinas dendríticas, peque-

ñas prolongaciones de las dendritas. Cuantas más comunicaciones sinápticas se disponen en una red neuronal, mejor funciona la transmisión. Aprender algo tan sólo significa, en el lenguaje del cerebro, establecer una nueva sinapsis e intensificar las ya existentes.

Las neuronas del hipocampo propenden a los contactos; una sola neurona puede establecer sinapsis hasta con 20.000 neuronas diferentes. Durante el aprendizaje, el número aumenta. Los estrógenos estimulan la formación de nuevos contactos entre las espinas dendríticas y determinadas neuronas del hipocampo. En el año 2001, Wolley y Bruce McEwen evidenciaron que las espinas adicionales no sólo reforzaban las comunicaciones preexistentes, sino que entablaban, también, contactos nuevos con otras neuronas. Los estudios correspondientes se llevaron a cabo con hembras adultas de rata. El resultado subraya, sobre todo, la capacidad plástica del cerebro, incluso del adulto.

Por otro lado, estos datos abren la posibilidad de que los estrógenos se conviertan en un medicamento nuevo contra las demencias. Podrían incluso emplearse para tratar la enfermedad de Alzheimer, pues las espinas dendríticas del hipocampo van desapareciendo en el transcurso de la enfermedad. Por eso, los enfermos de Alzheimer pierden la memoria, no almacenan ningún dato nuevo y van viendo mermadas otras capacidades cognitivas, como la orientación o la capacidad de representación espacial. Puesto que los estrógenos favore-

cen la creación de nuevas conexiones sinápticas, esta hormona sexual podría detener o, al menos, decelerar la progresión de la enfermedad de Alzheimer.

No obstante, la fantasía de algunos investigadores ha ido aún más lejos al conocerse que el número de espinas dendríticas del hipocampo de cualquier persona disminuye con la edad. Paralelamente, va menguando la capacidad intelectual también. Resulta, en consecuencia, atractiva la idea de utilizar los estrógenos como reforzadores cognitivos, es decir, como medio para mejorar de manera selectiva la memoria y la capacidad de aprendizaje y luchar así contra el envejecimiento cerebral.

Se puede vivir sin ellos

Bruce McEwen, neuroendocrinólogo de la Universidad Rockefeller, investiga los mecanismos moleculares por los que la hormona sexual femenina estimula el desarrollo de las espinas dendríticas en las neuronas hipocámpicas. En su opinión, esta sustancia mensajera refuerza las funciones normales del aprendizaje y la memoria. El hipocampo dispone de multitud de conexiones sinápticas, incluso sin estrógenos, pero estas redes no almacenan ni recuperan determinados contenidos de la memoria de forma óptima si no cuentan con esa hormona.

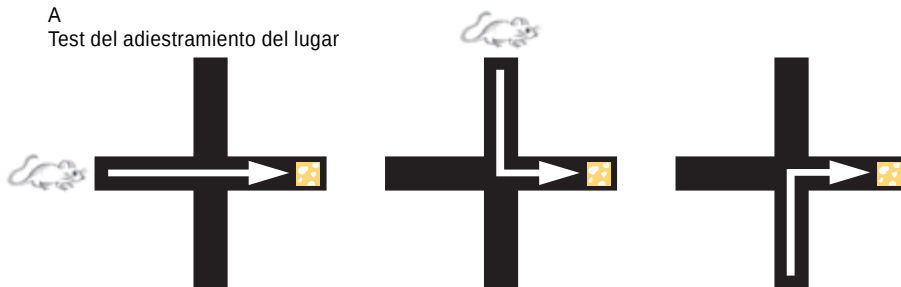
McEwen propone, en consecuencia, una especie de tratamiento de restitución hormonal para el cerebro, del que podrían beneficiarse, en primer lugar, las mujeres de mayor edad. El motivo es que, durante la menopausia, cesa en gran parte la síntesis hormonal en los ovarios y disminuye la concentración de estrógenos. Ciertos síntomas (sofocos de calor) y determinados problemas psíquicos que sufren muchas mujeres después de la menopausia, se relacionan, al parecer, con esta carencia relativa de estrógenos, pues desaparecen, en su mayor parte, con la aplicación de la hormona sexual femenina.

Las capacidades cognitivas de la mujer después del climaterio se han investigado mediante diferentes tests. Los resultados son contradictorios. Según muchos estudios, los estrógenos mejoran la capacidad de aprendizaje, pero sólo cuando la tarea exige la memoria verbal.

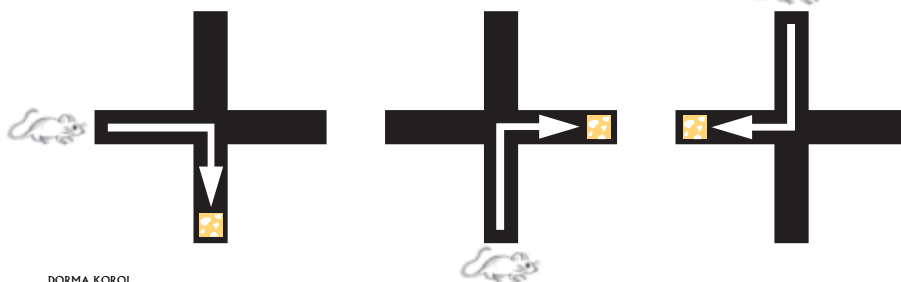
A este efecto selectivo se remitió Donna Korol, de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Esta psicóloga ha explorado si la administración de estrógenos a ratas jóvenes, sometidas a una extirpación ovárica previa, modifica determinadas estrategias para la solución de problemas. Para ello

3. A LA CAZA DEL ALIMENTO EN EL LABERINTO. Aunque las dos tareas se asemejen, exigen una activación de distintas áreas de la memoria. Las ratas con valores normales de estrógenos salen ganadoras en la prueba A, mientras que son aventajadas en la prueba B por los animales con una carencia estrogénica.

A
Test del adiestramiento del lugar



B
Test del adiestramiento de la respuesta



DORMA KOROL

El cerebro, un órgano sexual

Elefantes, pingüinos, delfines y jirafas se incluyen entre las más de 450 especies que copulan con parejas del mismo sexo. También, algunas personas. Las causas han sido objeto de acalorados debates. Los teóricos de la filogenia han buscado, hasta la fecha sin éxito, el gen "invertido". Los seguidores de Freud hablan de traumas infantiles, sin poderlo demostrar con solidez. Los investigadores vienen buscando desde hace decenios en el cerebro las raíces de la homosexualidad.

En el hipotálamo, es decir, en la región del cerebro que controla impulsos elementales como el hambre o el sueño, descubrieron algo importante. En 1978, Roger A. Gorsky, de la Universidad de California en Los Angeles, halló que un grupo de neuronas de la parte anterior del hipotálamo de los machos de rata tenía un tamaño muy superior al de las hembras. Como se demostró en experimentos posteriores, el crecimiento de este núcleo, denominado INAH-3, depende de los valores de testosterona. Si se castra a los machos de rata inmediatamente después de nacer para eliminarles esta hormona sexual esencial, al llegar a la vida adulta el núcleo INAH-3 es tan pequeño como el de las hembras. Y el comportamiento reproductor también es femenino.

En principio, los roedores copulan según este esquema: el macho monta a la hembra y la abraza con las patas delanteras. La hembra incurva el dorso, eleva y estira la porción trasera para facilitar la penetración del macho. Los machos castrados no siguen tal comportamiento sexual. Cuando son montados por otro macho, se ponen en cruz (hueca) adoptando una pose femenina. Más aún: si directamente después del parto se administra testosterona a crías hembras y se continúa luego el tratamiento, al llegar a la vida adulta montan también a otras ratas hembras.

Desde luego, la configuración de la vida sexual humana es mucho más compleja que la de un roedor con trastornos endocrinos, aunque esta diferencia también se dé en nuestro hipotálamo. El núcleo INAH-3 de los varones tiene un tamaño doble o triple del de las mujeres. Probablemente esto sólo ocurra entre las personas heterosexuales. Al comparar el cerebro de varones fallecidos, con distinta orientación sexual, Simon LeVay, que entonces trabajaba en el Instituto Salk de San Diego, observó que el núcleo INAH-3 de algunos de los homosexuales tenía sólo el tamaño femenino. No obstante, había algunas excepciones que arrojaron toda clase de dudas sobre la utilidad del estudio. No para LeVay. "La orientación sexual humana puede ex-



CORBIS

LA INCLINACION HOMOSEXUAL, OBJETO DE INVESTIGACION. ¿Se refleja la orientación sexual de una persona también en su cerebro?

plorarse a nivel biológico; así lo demuestran las diferencias en el tamaño de los núcleos", concluyó. Sin embargo, todavía no se ha aportado la prueba definitiva. Y aunque se confirmara este resultado, seguiría ignorándose si una anomalía o discrepancia anatómica determina el comportamiento o si no podría suceder todo lo contrario. En resumen, en la búsqueda de las causas de las preferencias sexuales del cerebro sigue vigente la archiconocida pregunta: ¿quién fue antes, el huevo o la gallina?

empleó dos tests que, a primera vista, se parecían si bien exigían la activación de distintas redes neuronales cerebrales para su solución. En principio, las ratas debían aprender a buscar el alimento en un laberinto. En el caso del test denominado *Place-Training* (adiestramiento del lugar), el alimento se dejaba siempre en el mismo sitio. Sin embargo, variaba el lugar desde donde la rata debía emprender la búsqueda. Los animales que recibieron estrógenos captaron el principio del test con mucha más rapidez que los no tratados.

Durante el test *Response-Training* (adiestramiento de la respuesta), los testigos obtuvieron un rendimiento muy superior. En este caso, se varió, en efecto, el lugar de partida, pero el alimento de las ratas se colocaba siempre en la primera galería de la derecha. El hecho de que los animales con una carencia estrogénica aprendieran antes esta tarea contradice, en opinión de Korol, la idea de que la hormona auxilie de una manera general al cerebro. "Si los estrógenos mejoran la capacidad de aprendizaje, deberían influir por igual en los resul-

tados de ambos tests." En opinión de la experta, los valores de la hormona sexual determinan, de preferencia, la estrategia cognitiva con la que el cerebro afronta la solución de un problema. "Los estrógenos propician algunas formas del aprendizaje, pero, con ello, impiden otras." Y lo que reviste mayor importancia: "Sin este mensajero, el cerebro trabaja de otra manera, pero sigue haciéndolo correctamente".

ULRICH KRAFT es médico.

Oídos artificiales

Se han elaborado modelos matemáticos que simulan la actividad del nervio auditivo humano y que prometen conseguir prótesis auditivas más “fisiológicas” y, sobre todo, más eficaces

Enrique A. López-Poveda
y Ray Meddis

¿Ha intentado alguna vez identificar cada uno de los instrumentos que intervienen en su pieza musical favorita? ¿O localizar y concentrarse en las voces de sus amigos en una fiesta concurrida? La habilidad innata que poseemos para realizar estas tareas y que utilizamos inconscientemente en nuestra vida diaria exige un complicado proceso de codificación de la información sonora en forma de pulsos eléctricos, o potenciales de acción, que se transmiten al cerebro a través del nervio auditivo.

Este proceso de codificación se denomina “transducción acústico-neuronal”. Aunque queda todavía por desentrañar algunos de sus detalles, se conocen sus propiedades más importantes. Nosotros nos hemos centrado en la elaboración de algoritmos matemáticos que simulan dicho proceso de transducción. La realización de estos algoritmos en forma de programas informáticos y su materialización en forma de chips electrónicos han permitido crear “oídos artificiales”.

¿Qué es un oído artificial? El concepto de oído artificial no es de uso generalizado. Lo acuñamos aquí para dar nombre a un sistema informático o electrónico capaz de simular el funcionamiento del sistema receptor auditivo y de reproducir la respuesta del nervio auditivo frente a cualquier estímulo acústico. Debe quedar claro que el oído artificial no interpreta los sonidos, ni toma decisiones sobre ellos; no cumple, por tanto, el papel del cerebro. Su función es “codificar” los sonidos en patrones de

pulsos eléctricos, sirviéndose del mismo código que emplea un oído real.

¿Cómo surge la necesidad de crear los oídos artificiales? El desarrollo de algoritmos matemáticos capaces de reproducir la respuesta del nervio auditivo obedece a un propósito inicial de aportar teorías que ayuden a comprender el proceso de transducción acústico-neuronal. Sin embargo, el rápido avance de la informática —que permite evaluar dichos algoritmos en tiempo real— y la electrónica —que facilita su plasmación en hardware—, así como la existencia de materiales biocompatibles, están impulsando el desarrollo de oídos artificiales con un fin distinto: el de desarrollar implantes auditivos (cocleares o cerebrales) más eficaces, capaces de restaurar la audición de las personas sordas.

La transducción acústico-neuronal

El mecanismo de transducción acústico-neuronal comienza en el oído externo, que modifica las frecuencias contenidas en los sonidos (es decir, el espectro de éstos) antes de que estimulen la membrana timpánica. El movimiento del tímpano induce el movimiento del estribo (oído medio), que produce, a su vez, variaciones de presión en el fluido del interior de la cóclea (oído interno). Estas variaciones de presión generan la oscilación del órgano de Corti, que se encuentra rodeado de dicho fluido.

Al oscilar el órgano de Corti, oscilan los cilios de las células ciliadas internas. Este movimiento provoca la apertura y el cierre de los canales iónicos situados en los cilios y, por tanto, variaciones del potencial eléctrico del interior de las células ciliadas. Los incrementos del potencial intracelular aumentan la pro-

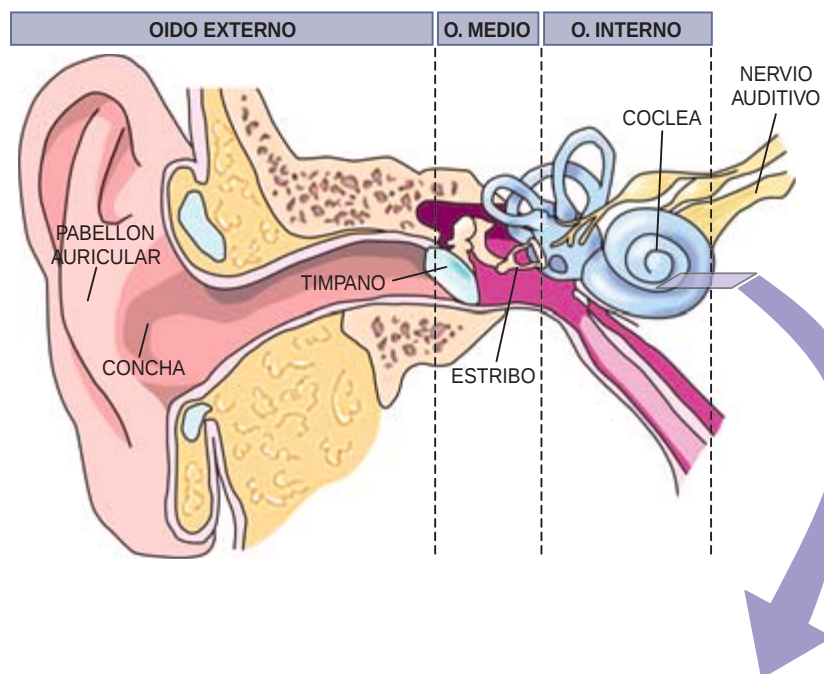
bilidad de que se liberen vesículas de material neurotransmisor desde la célula hacia la sinapsis con la fibra nerviosa y, en consecuencia, de que se genere un potencial de acción en la fibra.

Simular el mecanismo de transducción constituye una tarea ardua. Para simplificarla, resulta conveniente dividir dicho mecanismo en una serie de etapas en cascada. Cada una de ellas puede considerarse un subproceso independiente, que recibe una señal de entrada variable en el tiempo (el estímulo de la etapa) y, tras operar sobre ella, produce una o múltiples señales de salida, también variables en el tiempo.

Mediante un algoritmo matemático, cada etapa simula la función de un proceso fisiológico diferente. El algoritmo incorpora un conjunto de parámetros que pueden ajustarse hasta conseguir que la señal de salida de la etapa para un estímulo dado se aproxime a la observada experimentalmente.

Siguiendo este planteamiento, nuestro oído artificial procede a través de etapas que reproducen la función de los principales subprocesos fisiológicos del mecanismo de transducción. La naturaleza del algoritmo depende de la etapa de que se trate. Así, el que simula el efecto del oído externo se basa en la función acústica de transferencia del pabellón auricular. El que simula el potencial eléctrico en el interior de la célula ciliada interna se funda, sin embargo, en el circuito eléctrico equivalente de la membrana de esta célula.

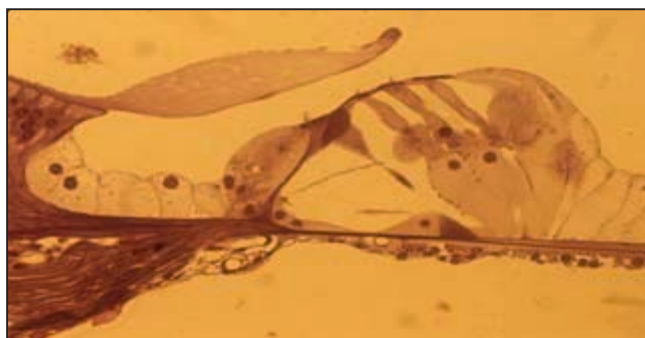
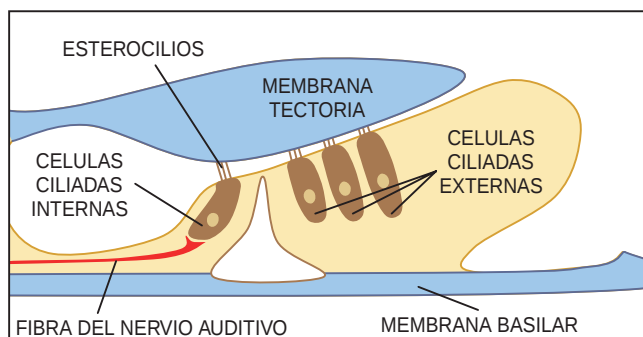
Por esa misma razón, varía también la naturaleza de los parámetros empleados en cada etapa. Unos son magnitudes físicas (coeficientes de reflexión acústica, conductancias o capacitancias);



1. PROCESO DE TRANSDUCCION ACUSTICO-NEURONAL.

El sonido accede al tímpano a través del pabellón auricular. La oscilación del tímpano se transmite al fluido del interior de la cóclea a través de la cadena de huesecillos del oído medio. Las oscilaciones del fluido provocan variaciones de presión que inducen el movimiento del órgano de Corti (*esquema inferior*). Para cuantificar la amplitud de este movimiento suele medirse el desplazamiento de la membrana basilar, cuya oscilación provoca la de los cilios de las células ciliadas internas, lo que induce variaciones del potencial eléctrico del interior de la célula, origen, a su vez, de potenciales de acción en el nervio auditivo.

EL ORGANODE CORTI



otros, en cambio, pertenecen a los sistemas de procesamiento de señales (filtros o ganancias). En todos los casos, sin embargo, el resultado es que cada etapa de nuestro oído artificial reproduce los aspectos fundamentales de su correspondiente etapa fisiológica que determinan la percepción auditiva.

El oído externo

¿Para qué sirve el oído externo? ¿Por qué tiene esa forma? Aunque algunos limitan su función a evitar la entrada de cuerpos extraños en el canal auditivo, lo cierto es que genera información sobre la posición de los sonidos en el espacio. Se requiere esta información para determinar si la fuente emisora de un sonido se encuentra encima, debajo, delante o detrás de nosotros. Es crucial, además, para que el sonido se perciba en tres dimensiones, y no “lateralizado”, que es lo que ocurre con los sistemas estereofónicos clásicos.

El oído externo opera como un ecualizador acústico, o filtro; amplifica ciertas

frecuencias del sonido y atenúa otras, generando así “picos” y “valles” en su espectro. Las frecuencias de los picos, producidos en virtud de la resonancia acústica de las cavidades de la oreja, apenas guardan relación con el lugar de procedencia del sonido. Sin embargo, las frecuencias de los valles sí dependen de la posición de la fuente del sonido con respecto a la del pabellón auricular. Dependen, sobre todo, del ángulo vertical entre ambos.

Desde hace tiempo se sabe que el cerebro está capacitado para detectar el rango de frecuencias atenuadas y relacionarlas con la posición vertical de la fuente sonora. Por ello, nuestro oído artificial incluye en su primera etapa una función matemática que reproduce los valles espectrales generados por el oído externo. Esencialmente, su algoritmo expresa que la atenuación de algunas frecuencias es el resultado de interferencias destructivas a la entrada del conducto auditivo entre el sonido directo procedente de la fuente sonora y el que se refleja en las

paredes de la concha (la cavidad más prominente de la oreja).

Nuestro modelo demuestra que la razón por la que el rango de frecuencias atenuadas depende de la posición vertical de la fuente del sonido estriba en la forma de la concha: si se asemejase con una espiral, la entrada del canal auditivo se hallaría en su centro. Esto determina que, cuando la fuente sonora se halla por encima de nosotros, el desfase entre el sonido directo y el reflejado sea menor que cuando está por debajo. De ahí que las frecuencias atenuadas sean más altas cuando la fuente emisora se encuentra por encima de nosotros.

El modelo también explica por qué las frecuencias de los valles apenas dependen de la posición horizontal del sonido en relación con la del pabellón auricular. La razón es la siguiente: el sonido se difracta al incidir sobre la concha; es decir, se propaga en todas direcciones en el interior de dicha cavidad. Gracias a ello, el mecanismo de reflexión e interferencia explicado antes opera indepen-

dientemente del ángulo horizontal en el que se encuentre la fuente sonora.

El oído medio

El oído medio traslada las vibraciones de la membrana timpánica a la cóclea a través de la cadena de huesecillos. Su eficacia en esta tarea depende de la frecuencia de dichas vibraciones: transmite óptimamente las vibraciones de frecuencias medias (de 1 a 4 kilohertz), pero opone resistencia a las oscilaciones de otras frecuencias. Ese fenómeno determina, en buena medida, la característica forma en U de un audiograma normal; es decir, que la sensibilidad auditiva sea mayor para las frecuencias medias.

En nuestro oído artificial, la función del oído medio se simula con un sencillo filtro lineal de paso de banda. El filtro reproduce la velocidad de oscilación del estribo en función de la presión sonora instantánea ejercida en el tímpano.

El órgano de Corti

El sistema auditivo posee dos características sorprendentes y únicas entre los órganos sensoriales. En primer lugar, su

extenso rango dinámico. Cualquier persona con audición normal percibe sonidos entre 0 y 120 decibelios. Semejante rango de niveles sonoros, en apariencia pequeño, equivale a variaciones de presión que oscilan entre 20 micropascal (el umbral absoluto de audición) y 20 pascal (el umbral del daño auditivo). Por increíble que parezca, el extremo superior del rango es un millón de veces mayor que su extremo inferior.

La segunda característica concierne a su capacidad para discriminar entre sonidos compuestos por frecuencias muy parecidas. Esta propiedad nos permite, por ejemplo, distinguir los sonidos correspondientes a una misma nota musical tocada con dos instrumentos diferentes o a la misma vocal pronunciada por dos personas distintas, ya que la frecuencia fundamental de dicha nota o dicha vocal es idéntica en ambos casos; los sonidos

3. ETAPAS DEL OÍDO ARTIFICIAL.

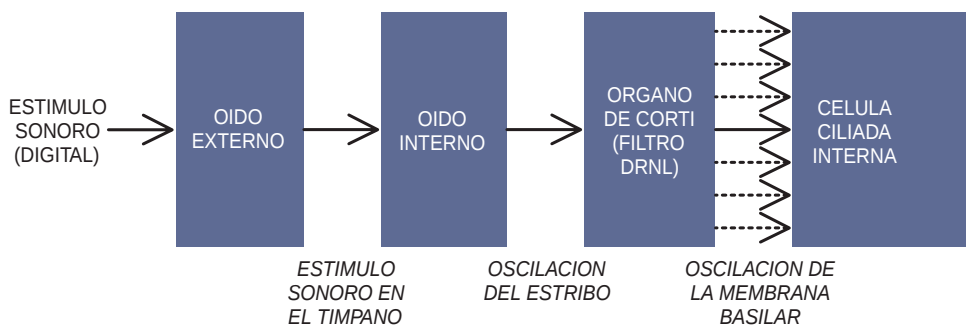
El oído artificial consta de una serie de etapas en cascada. Cada una de ellas reproduce un proceso fisiológico diferente del mecanismo de transducción. El oído artificial simula la respuesta de una o múltiples fibras nerviosas, a conveniencia del usuario. El estímulo sonoro se proporciona en formato digital.

difieren únicamente en su contenido armónico.

Dimanan, esas dos características, de la forma en la que el órgano de Corti se mueve en respuesta a los cambios de presión del fluido circundante, producidos por la vibración del estribo. Georg von Békésy, que recibió el premio Nobel de medicina y fisiología en 1961, demostró que cada uno de los segmentos en los que puede dividirse longitudinalmente el órgano de Corti responde a un rango más o menos amplio de frecuencias de estimulación, aunque sólo una de ellas, denominada frecuencia característica, produce oscilaciones de máxima amplitud.

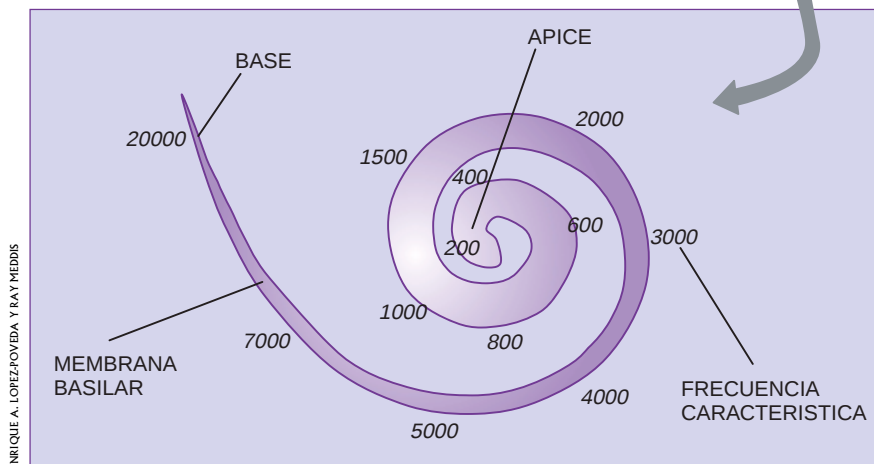
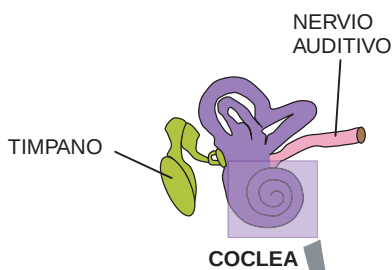
Desde un punto de vista funcional, por tanto, cada segmento del órgano de Corti se comporta como un filtro de paso de banda; el órgano de Corti, en su totalidad, como un banco de filtros dispuestos en paralelo con frecuencias características diferentes que comprenden el rango de frecuencias audibles. Este banco de filtros opera a la manera de un analizador del espectro del estímulo sonoro, lo que explica nuestra capacidad para discriminar entre sonidos similares, aunque dotados de diferente contenido espectral.

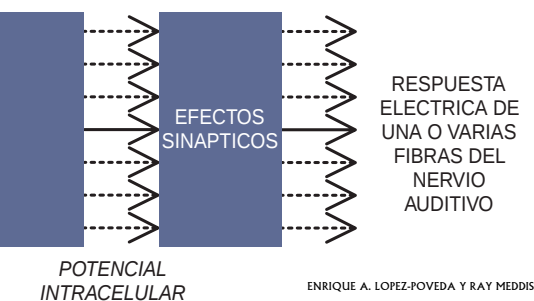
Al igual que otros muchos procesadores de señales acústicas, nuestro oído artificial incluye un banco de filtros para acometer la descomposición espectral del sonido. ¿En qué reside la peculiaridad de nuestro sistema? En que cada uno de sus filtros, que denominamos DRNL (*Dual-Resonance NonLinear*), repro-



2. TONOTOPIA COCLEAR.

La membrana basilar se encuentra en el interior de la cóclea. Se extiende desde la base de la cóclea (la región más próxima al estribo) hasta su ápice (el extremo opuesto). Los sonidos producen la oscilación de la membrana de una forma tonotópica; es decir, ordenada espacialmente por frecuencias. Las regiones de la membrana próximas a la base de la cóclea son más sensibles a los sonidos de frecuencias altas, mientras que las regiones próximas al ápice son más sensibles a los de frecuencias bajas.





duce la respuesta fisiológica de su correspondiente región del órgano de Corti. Esta propiedad del filtro DRNL reviste suma importancia, pues los filtros cocleares *no* son lineales.

William Rhode, de la Universidad de Wisconsin, demostró que un aumento de la presión sonora no produce un aumento proporcional en la amplitud (o en la velocidad) de oscilación de la membrana basilar del órgano de Corti. En realidad, un aumento de la presión sonora de un millón de veces produce un aumento de la velocidad de oscilación de la membrana basilar de sólo 20 veces. En este mecanismo se funda el extenso rango dinámico del sistema auditivo, ya que permite acomodar un amplio intervalo

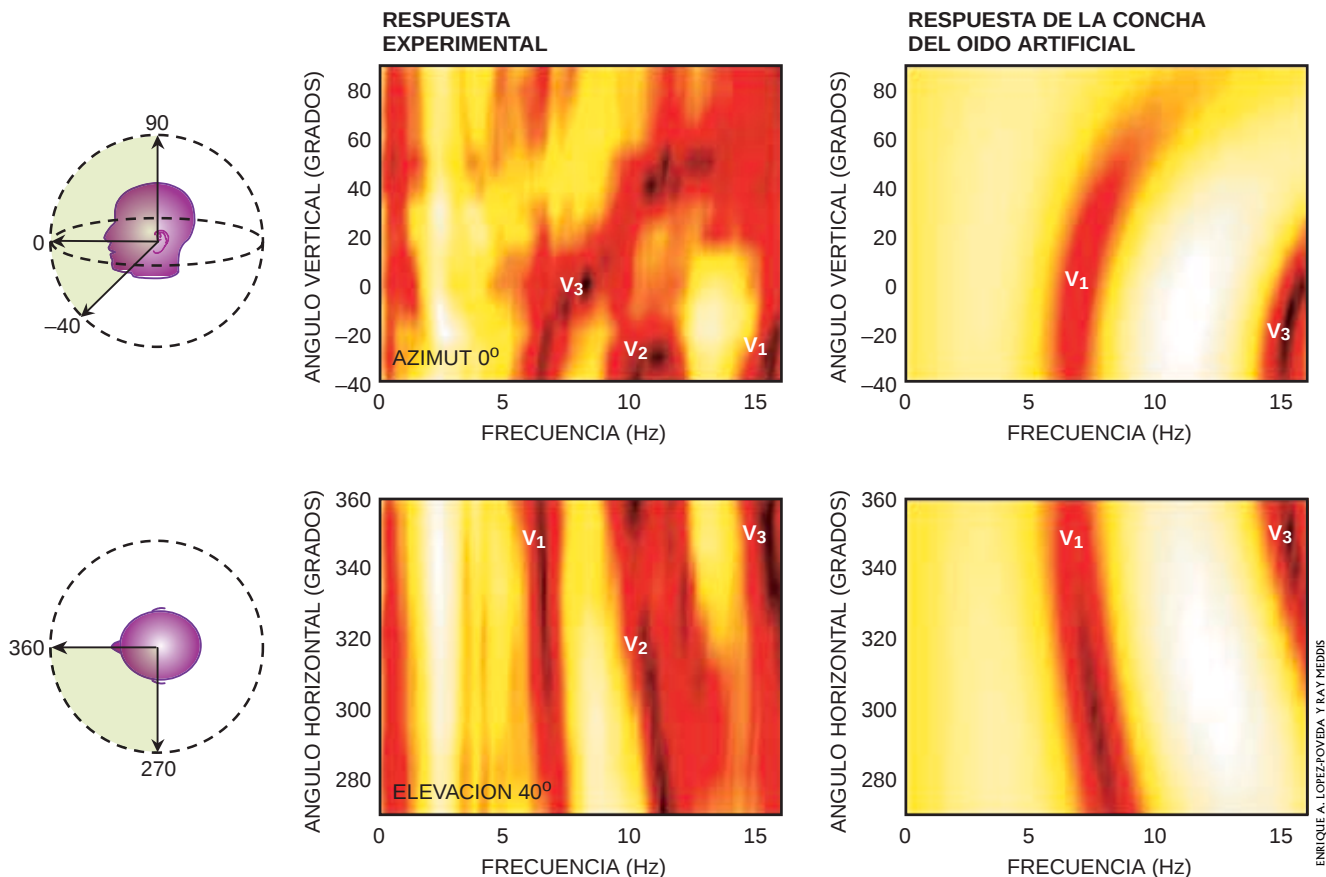
de presiones sonoras en una gama estrecha de amplitudes de oscilación, que el cerebro puede detectar e interpretar adecuadamente.

Nuestro filtro DRNL imita este comportamiento. Reproduce, además, otros fenómenos relacionados con el carácter no lineal de la respuesta coclear, que pueden observarse por vía experimental; por ejemplo, remeda el hecho de que la frecuencia central y la anchura de los filtros cocleares varíen en función de la intensidad del sonido. El filtro reproduce también la distorsión armónica y los efectos de supresión característicos del movimiento de la membrana basilar. Todas estas propiedades de la respuesta

coclear determinan la forma en que los sonidos se codifican en el nervio auditivo sano y, por tanto, nuestra percepción auditiva.

El filtro DRNL permite, además, simular la respuesta del órgano de Corti dañado. La amplitud con la que oscila la membrana basilar depende del estado fisiológico de las células ciliadas externas. Ante una lesión de las mismas, por un exceso de estimulación acústica o por la administración de fármacos ototóxicos, se reduce la sensibilidad auditiva y la respuesta coclear se torna más lineal. Este comportamiento puede reproducirse con el filtro DRNL, ajustando sus parámetros.

4. FUNCION DE LA OREJA. Los cuatro paneles ilustran la diferencia entre el espectro de un sonido medido en el tímpano y el espectro original del sonido. Las zonas más oscuras corresponden a frecuencias atenuadas por la acción del oído externo. El cerebro detecta estas frecuencias y determina si la fuente emisora se halla por encima o por debajo de nosotros, ya que el rango de frecuencias atenuadas depende sobre todo del ángulo vertical del sonido. El oído artificial sólo reproduce la función de la concha, la cavidad más prominente de la oreja. A pesar de que la geometría considerada en el modelo es mucho más sencilla que la de una concha normal, el modelo remeda la forma en la que las frecuencias atenuadas V_1 y V_3 dependen de la posición de la fuente. Sin embargo, no reproduce la atenuación V_2 , lo que sugiere que no debe estar causada por la concha.



La célula ciliada interna

La célula ciliada interna es el verdadero transductor del oído. Transforma el movimiento mecánico de sus cilios en una señal eléctrica. La oscilación de los cilios, producida por el movimiento del órgano de Corti, provoca la apertura y el cierre de los canales iónicos situados en la membrana ciliar. La apertura de dichos canales promueve, a su vez, la entrada de potasio al interior de la célula; posibilita así que el potencial eléctrico del interior celular varíe con respecto al medido en ausencia de estímulo sonoro. De esa forma, las oscilaciones de los cilios generan oscilaciones de la misma frecuencia en el potencial intracelular de la célula ciliada interna.

Este mecanismo posee características importantes que determinan la respuesta del nervio auditivo; deben, pues, ser reproducidas por el oído artificial. Entre tales propiedades destaca la naturaleza no lineal del mecanismo; con otras palabras, un aumento en la amplitud de osci-

lación ciliar no produce un aumento proporcional del potencial intracelular. Debido a ello, la forma de onda del potencial es una versión aproximadamente rectificadora de la descrita por la amplitud de oscilación de los cilios; de donde se desprende que el potencial intracelular consta de una componente continua y una componente alterna.

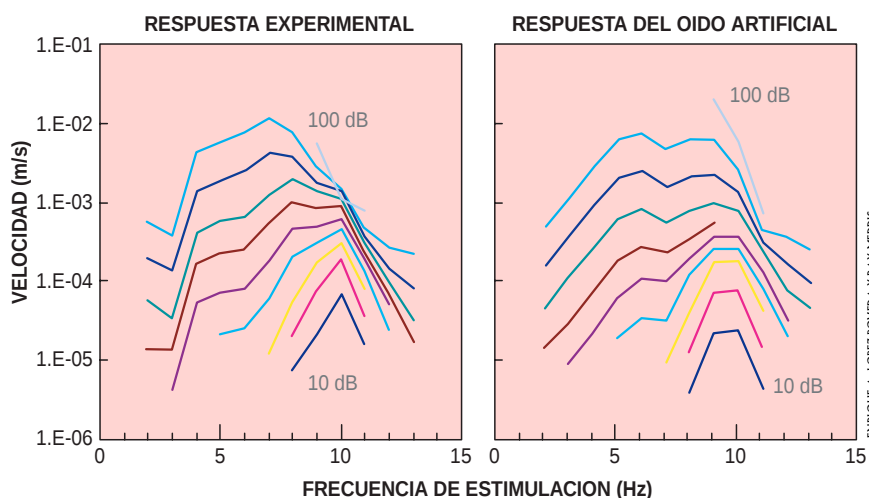
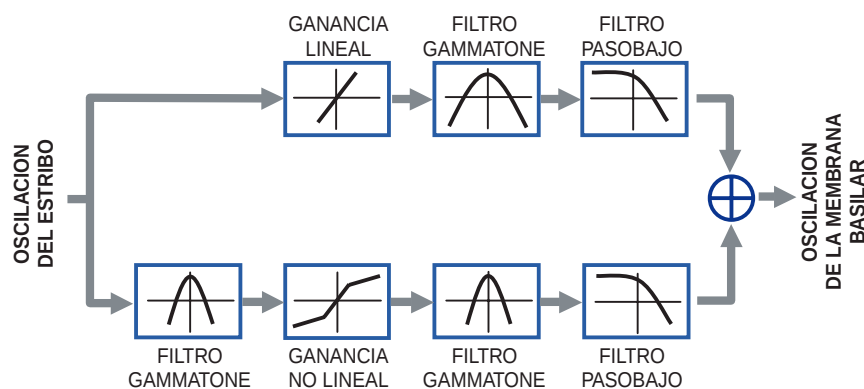
Otra característica reseñable se refiere a la amplitud de la componente alterna, que se reduce en grado sumo para frecuencias sonoras superiores a 4 kilohertz. Por ello, se dice que la célula opera como un rectificador de semionda y un filtro de paso bajo.

Estas propiedades determinan que las descargas del nervio auditivo se produzcan en sincronía con el aumento del potencial intracelular. Como la amplitud de la componente alterna se reduce para frecuencias altas, las descargas sincrónicas ocurren sólo para frecuencias inferiores a 4 kilohertz. Para otras frecuencias, la descarga ocurre de forma aleatoria en el tiempo.

En un oído artificial, podríamos remedar la función de la célula ciliada interna mediante una etapa de rectificación acompañada de un filtro lineal de paso bajo. Sin embargo, nosotros hemos optado por un algoritmo más fisiológico, basado en el circuito equivalente de la membrana de la célula diseñado por Shihab Shamma de la Universidad estadounidense de Maryland.

El circuito comprende diversos elementos eléctricos (conductancias, condensadores y pilas), que describen las propiedades de la membrana celular de las porciones apical (próxima a los cilios) y basal (próxima a las sinapsis con las fibras nerviosas) de la célula. La señal de entrada a esta etapa viene indicada por la amplitud de oscilación de los cilios, que determina el valor de la conductancia apical de la célula; por señal de salida se emplea el valor del potencial intracelular.

A pesar de su relativa sencillez, el modelo reproduce las principales características fisiológicas del potencial intracelular en respuesta a estímulos sono-



5. FILTRO DRNL (arriba). Consta de dos procesos de filtrado dispuestos en paralelo; uno de ellos (el superior en la figura) es lineal, pero el otro no.

El estímulo es la velocidad con la que oscila el estribo. La señal de salida es la velocidad con la que oscila la membrana basilar en un determinado punto a lo largo de la misma. Ésta se calcula mediante la suma de las señales procedentes de ambos procesos. Para estímulos sonoros de baja intensidad, el proceso no lineal domina en la suma; para estímulos de alta intensidad, predomina el proceso lineal. En la imagen inferior se representa cuán razonablemente bien el oído artificial reproduce la velocidad de oscilación de la membrana basilar ante estímulos de diferentes frecuencias e intensidades. El panel izquierdo ilustra las observaciones experimentales; el derecho, la respuesta del modelo. Cada curva corresponde a un estímulo de diferente intensidad sonora, desde 10 hasta 100 decibelios. El filtro DRNL reproduce con bastante aproximación las características no lineales de los filtros cocleares. La respuesta experimental fue medida en la membrana basilar de una chinchilla por Mario Ruggero y colaboradores, de la Universidad estadounidense del Noroeste.

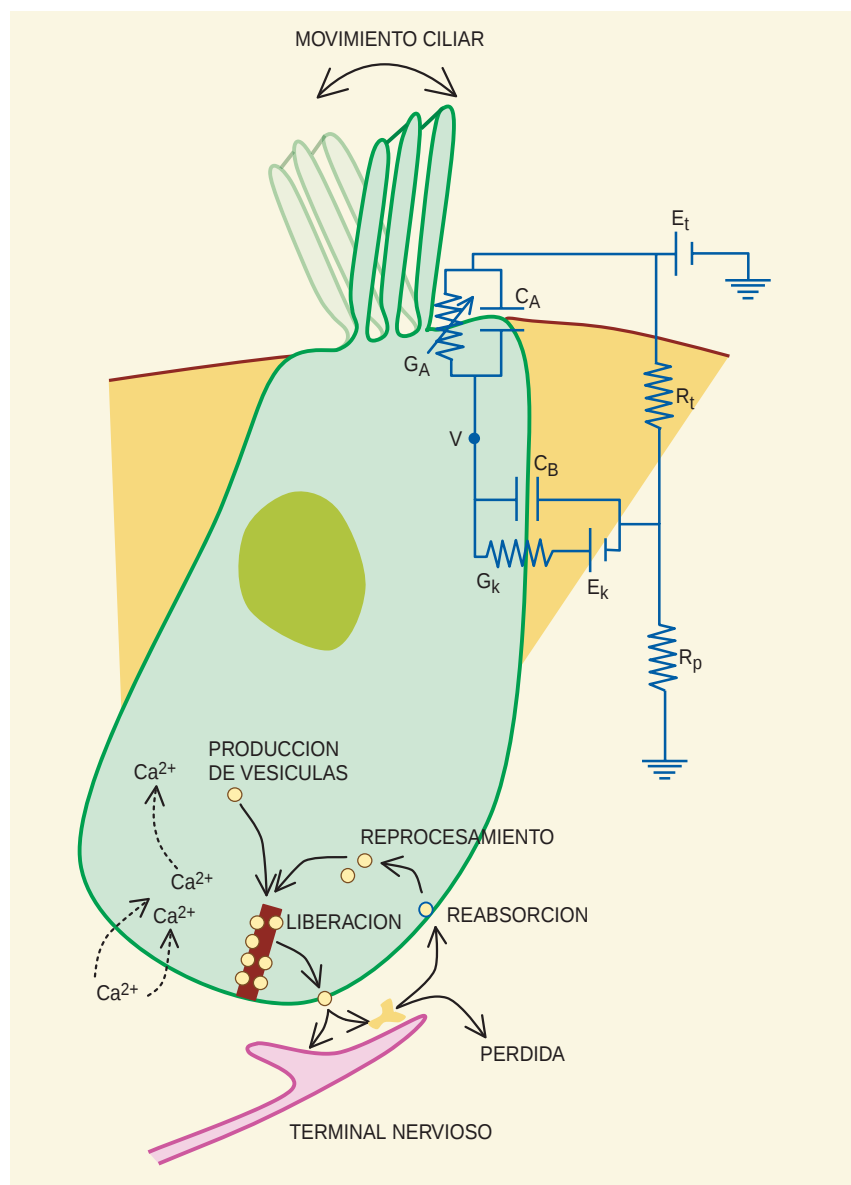
6. CELULA CILIADA INTERNA Y LOS EFECTOS SINAPTICOS. En el oído artificial, la célula ciliada interna se simula mediante un circuito eléctrico equivalente (representado en color azul). El movimiento de sus cilios controla el valor de la conductancia eléctrica de la membrana celular en los cilios (G_A), que, a su vez, determina el potencial eléctrico dentro de la célula (V). Cuanto mayor sea el potencial, mayor resultará la probabilidad de que se libere una vesícula de neurotransmisor al espacio entre la célula y la terminal nerviosa. El algoritmo que simula los efectos sinápticos refleja la degradación parcial del neurotransmisor liberado; la otra parte se reabsorbe y se reprocesa en forma de vesículas disponibles para ser liberadas. El algoritmo supone que basta con que se libere una sola vesícula de neurotransmisor para que se produzca un potencial de acción en la fibra nerviosa. Por último, el algoritmo también tiene en cuenta que la probabilidad de que se libere una vesícula depende de la cantidad de calcio (Ca^{2+}) en las proximidades de la sinapsis.

ros. Además, permite explorar y formular predicciones sobre las consecuencias funcionales de algunos tipos de daño auditivo.

Se sabe, por ejemplo, que el exceso de estimulación acústica destruye los cilios de las células internas. Probablemente, esa agresión dificulte la entrada de potasio al interior de la célula. En nuestro modelo, podría simularse el daño reduciendo el parámetro que controla el flujo de potasio; con ello se podría, incluso, investigar las consecuencias del trauma acústico sobre el potencial eléctrico de la célula.

La sinapsis

Una misma célula ciliada interna puede establecer sinapsis con varias fibras del nervio auditivo. Algunas fibras presentan actividad espontánea —se producen descargas en ausencia de estímulo sonoro—, pero otras no. Ante un estímulo sonoro, la actividad de todas las fibras aumenta por encima de la actividad espontánea. Sin embargo, aunque la intensidad del sonido permanezca constante, el aumento producido en el inicio del estímulo es considerablemente mayor que transcurridos unos milisegundos. Esto significa que el inicio de los sonidos se encuentra acentuado en la res-



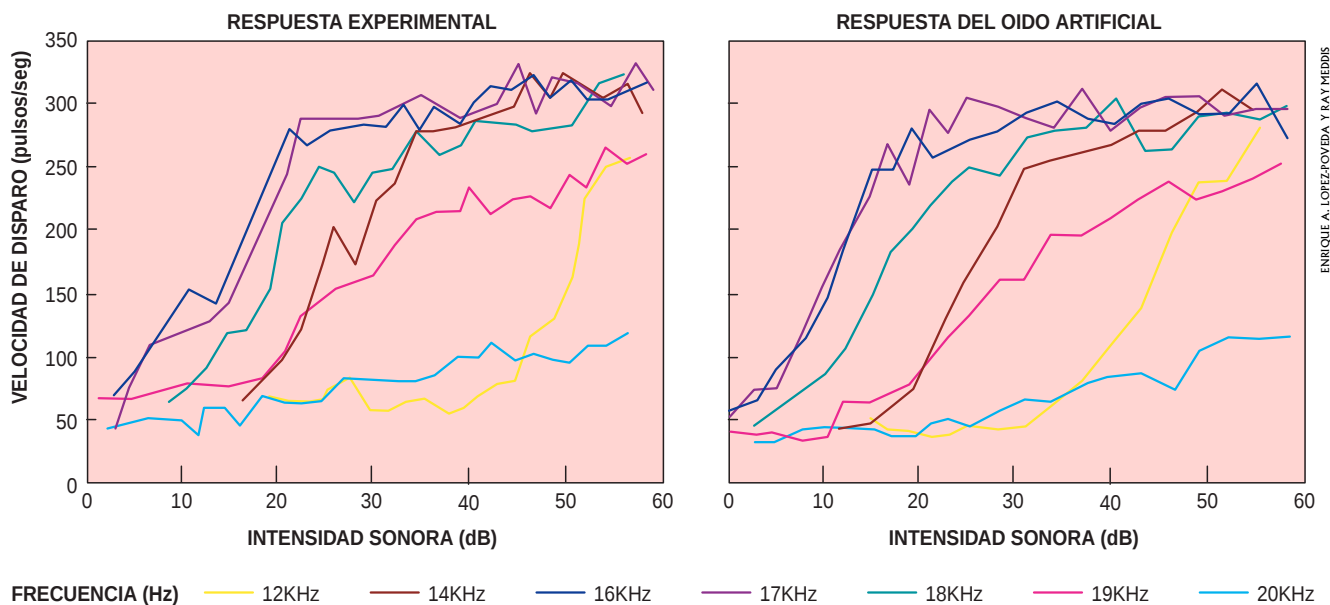
puesta del nervio auditivo. Tal característica reviste especial alcance; entre otros efectos, facilita la percepción de algunos sonidos consonánticos (como el de la 't' o la 'k'), a pesar de su brevedad.

Tras el cese de un estímulo sonoro, se reduce durante varias decenas de milisegundos la actividad espontánea del nervio auditivo. Es como si durante este tiempo las fibras nerviosas estuvieran fatigadas, lo que dificulta la percepción de los sonidos breves que sigan a un sonido prolongado. Por supuesto, este efecto también determina nuestra percepción auditiva.

Ambos fenómenos de adaptación se atribuyen al mecanismo de la sinapsis entre la célula ciliada interna y las fibras nerviosas. Dado que determinan nuestra percepción auditiva, conviene que el oído artificial los reproduzca.

De nuevo se nos ofrecen varias opciones para simular los fenómenos de adaptación de la sinapsis. Nos hemos decidido por un modelo fisiológico. A grandes rasgos, el algoritmo supone que en el nervio auditivo se genera un potencial de acción, siempre que la célula ciliada vierta el contenido de una vesícula, por lo menos, de material neurotransmisor en la hendidura sináptica (el espacio físico entre la célula ciliada y la neurona). Admite también que la probabilidad de tal liberación sea mayor cuanto mayor sean el potencial eléctrico en el interior de la célula ciliada y el número de vesículas disponibles.

Sabemos ya que el potencial intracelular depende de la intensidad del estímulo sonoro. Para calcular el número de vesículas disponibles, aplicamos un conjunto de ecuaciones diferenciales que



7. RESPUESTA DEL NERVIIO AUDITIVO. El oído artificial se acercará más a nuestro órgano de la audición cuanto más se parezca su respuesta a la respuesta fisiológica. Se compara aquí la respuesta experimental de una fibra del nervio auditivo (*izquierda*) con la respuesta del oído artificial (*derecha*) para estímulos acústicos de la misma intensidad y frecuencia. La respuesta experimental fue medida en el nervio auditivo de un cobaya por Graeme Yates y su equipo, de la Universidad del Oeste de Australia. Corresponde a una fibra con una actividad espontánea alta. Cabe destacar el gran parecido de la respuesta del oído artificial con la experimental.

tienen en cuenta la velocidad de formación de nuevas vesículas en la célula, la velocidad de degradación del neurotransmisor liberado y la velocidad con que la parte del mismo que reingresa en la célula se reprocesa en nuevas vesículas.

El algoritmo refleja, además, que la liberación de vesículas neurotransmisoras y, por tanto, la producción de potenciales de acción, dependen de la concentración de calcio en las proximidades de la sinapsis.

Este modelo remeda los fenómenos de adaptación de la sinapsis. Además, reproduce el siguiente fenómeno: el rango dinámico de las fibras nerviosas que muestran una actividad espontánea escasa (o nula) es mayor que el de las que muestran una notable actividad espontánea. En el modelo, los potenciales de acción se generan de manera estocástica. Se repite, pues, la observación experimental de que una fibra nerviosa no responde de un modo idéntico dos veces ante el mismo estímulo sonoro. Por último, el modelo establece una predicción aún por confirmar; a saber: los tipos de fibras (con descarga espontánea alta, media o baja) difieren en las características de la dinámica del calcio en las proximidades de sus respectivas sinapsis.

El conjunto

El resultado de esta cascada de complejos algoritmos es un sistema que reproduce de manera estocástica los potenciales de acción producidos por el nervio auditivo ante cualquier estímulo sonoro. El modelo puede reproducir la actividad de una sola fibra nerviosa o la de un haz de ellas. El número y las características de las fibras son parámetros configurables por el usuario.

Fisiología “in silico”

El oído artificial permite observar la respuesta individual de cada una de las principales etapas del mecanismo de transducción ante cualquier estímulo sonoro. Constituye, por tanto, una herramienta útil para acometer ensayos *in silico* sobre la fisiología del receptor auditivo. Sirve para someter a prueba hipótesis formuladas a partir de datos experimentales físicos, fisiológicos o cognitivos.

Hemos explicado ya que nuestro oído artificial pone de manifiesto la razón por la que las frecuencias de los valles espectrales generados por el oído externo dependen de la ubicación de la fuente sonora. Sirve, también, para formular nuevas hipótesis sobre el funcionamiento del sistema receptor auditivo. En ese

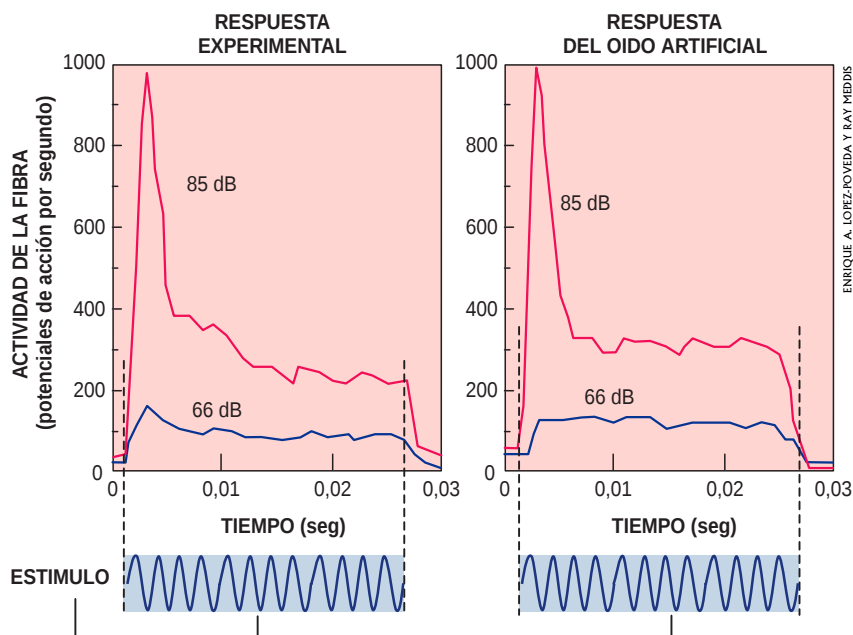
contexto, nuestro oído artificial sugiere que la actividad espontánea de las fibras del nervio auditivo depende de la dinámica del calcio en la vecindad de la sinapsis. Por último, puede aplicarse, en algunos casos, como método previo o incluso alternativo a la experimentación con humanos o con animales.

Desde hace unos años se registra una tendencia a utilizar los oídos artificiales como procesadores de sonido en sistemas automáticos inteligentes. Ocurre así en sistemas de reconocimiento de voz y en robots dotados de capacidad auditiva. No se trata de ninguna novedad. Siempre se ha sospechado que el cerebro realiza las funciones que se exige a estos dispositivos artificiales gracias, entre otras muchas cosas, a que recibe la información sonora preprocesada en el formato adecuado.

Sin embargo, hasta hace muy poco no existían oídos artificiales capaces de reproducir los rasgos centrales de la respuesta neuronal ante estímulos acústicos *arbitrarios*. Las versiones anteriores sólo remediaban ciertos aspectos de dicha respuesta. Más recientes incluso son las técnicas de la informática y la electrónica necesarias para ejecutar los oídos artificiales en tiempo “casi” real. Por eso, los mencionados sistemas artificiales “inteligentes” han venido empleando procesadores de sonido conceptualmente mucho más sencillos y que exigen menos tiempo de computación.

Nuestro oído artificial se concibió pensando en este tipo de aplicaciones. Todas sus etapas, excepto la que simula la función del oído externo, están diseñadas para procesar señales digitales variables

8. FENOMENOS DE ADAPTACION. La actividad de una fibra del nervio auditivo al inicio del estímulo es mayor que la actividad desarrollada transcurridos unos milisegundos. Esta característica depende de la intensidad del estímulo sonoro: es más evidente para un estímulo de 85 decibelios (*curva rosa*) que para otro de 66 dB (*curva azul*). Los datos experimentales (*izquierda*) fueron medidos en un cobaya por Donald Robertson y colaboradores, de la Universidad del Oeste de Australia. El panel de la derecha ilustra la respuesta del oído artificial ante un estímulo equivalente al empleado en el experimento. Según puede apreciarse, el oído artificial reproduce el comportamiento experimental.



en el tiempo. Podría decirse, por tanto, que el oído artificial actúa como un procesador digital de señales acústicas.

Implantes auditivos

Los oídos artificiales podrían hallar su aplicación principal en el diseño de procesadores de voz para implantes auditivos. Un implante auditivo es un sistema artificial capaz de restaurar la audición en personas con sordera profunda (congénita o no) para las que los audífonos resultan inservibles. El funcionamiento de un implante se basa en la estimulación eléctrica directa del nervio auditivo (en el caso de implantes cocleares) o del primer conjunto de neuronas cerebrales que recibe estimulación directa del nervio auditivo (en el caso de los implantes cerebrales).

El implante consta de un procesador de voz y de un conjunto de electrodos. Los electrodos constituyen la parte "implantable" de la prótesis; suministran las corrientes eléctricas de estimulación. El procesador de voz, por su parte, es un dispositivo externo cuya función consiste en traducir los sonidos en corrientes eléctricas adecuadas para la estimulación nerviosa.

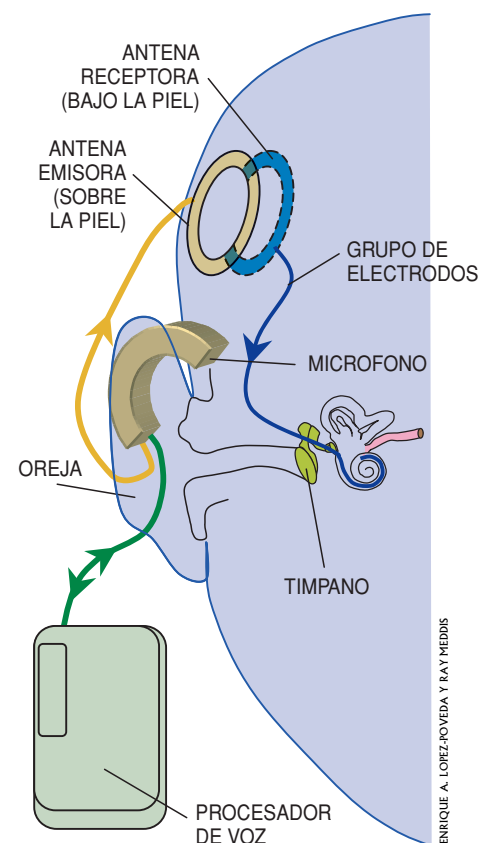
9. COMPONENTES DE UN IMPLANTE COCLEAR. En un implante coclear, el sonido es recogido por un micrófono que se sitúa próximo a la oreja. El sonido se envía al procesador de voz, cuya función consiste en reproducir electrónicamente el mecanismo fisiológico de transducción acústico-neuronal; transforma, pues, el sonido en un patrón de pulsos eléctricos adecuados para estimular el nervio auditivo. Estos pulsos se envían desde el procesador a los electrodos situados en el interior de la cóclea. La señal eléctrica llega a los electrodos gracias a una antena emisora, situada sobre la piel, y a una antena receptora hipodérmica.

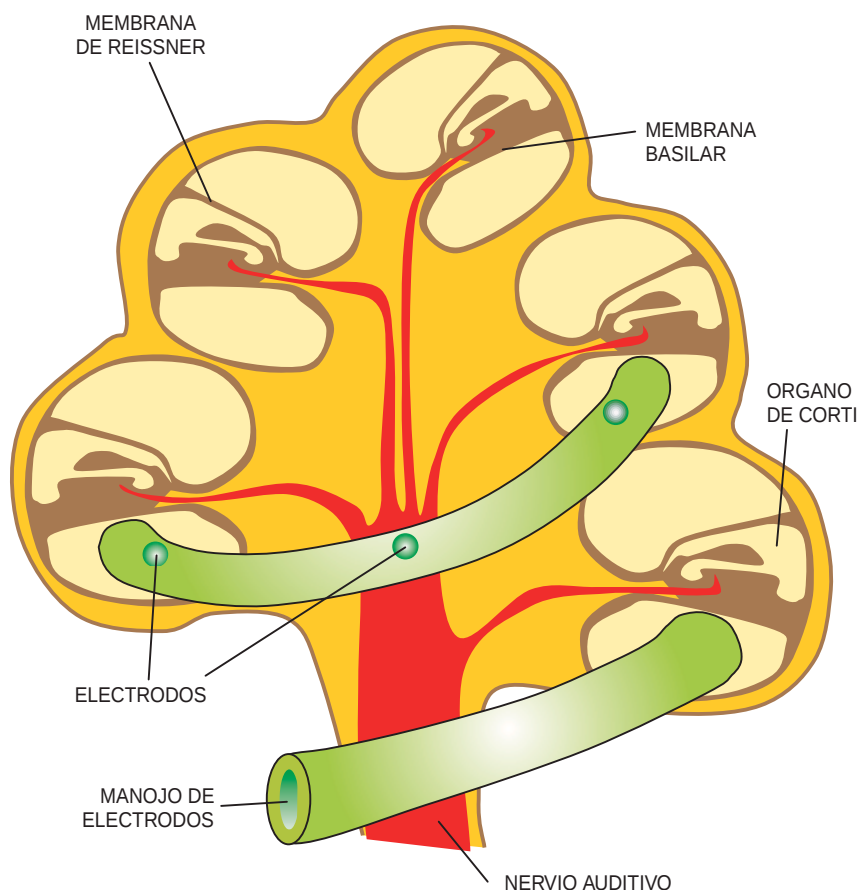
Los implantes cerebrales se hallan en fase experimental; no ha podido demostrarse todavía su eficacia en humanos. En cambio, los implantes cocleares ya se prescriben de manera rutinaria, aunque con resultados dispares. En general, siempre consiguen que la persona sorda perciba sonidos. Sin embargo, mientras que a algunas personas les permite conversar con normalidad, incluso por teléfono o en ambientes ruidosos, a otras sólo les proporciona ruidos desagradables e ininteligibles.

Se desconoce la causa de esa eficacia dispar. El éxito de esos dispositivos depende, en buena medida, de la plasticidad del cerebro para adaptarse a las características de la estimulación eléctrica generada por el implante, que difiere de la correspondiente a un nervio auditivo normal. Blake Wilson y su equipo, del Centro para el Desarrollo de Prótesis Auditivas del Instituto estadounidense de Investigación Triangle, sostienen que la eficacia de los implantes cocleares aumentaría si la estimulación del nervio auditivo fuese más "natural". Es decir, si preservase las propiedades más impor-

tantes del mecanismo de transducción acústico-neuronal que determinan la percepción auditiva humana.

Nuestro oído artificial constituye una buena base para construir el procesador de voz necesario. Colaboramos con Wilson y su equipo en la búsqueda de





10. ELECTRODOS DE UN IMPLANTE COCLEAR. Los electrodos de un implante coclear se introducen en la cóclea a través de un orificio realizado en la ventana redonda del oído interno. El manido de electrodos se empuja suavemente de suerte tal, que los electrodos se extiendan a lo largo del órgano de Corti. Se trata de que la corriente eléctrica que suministra cada electrodo estimule un grupo diferente de fibras nerviosas.

procesadores de voz más fisiológicos y eficaces. Los prototipos que estamos ensayando incorporan propiedades importantes del mecanismo de transducción acústico-neuronal, ignorados por los procesadores de voz tradicionales. Por botón de muestra, nuestros prototipos utilizan bancos de filtros DRNL cuyas propiedades son similares a las de los filtros cocleares. Los procesadores tradicionales, sin embargo, utilizan bancos de filtros lineales con características notablemente diferentes de las que adornan a los filtros fisiológicos.

Nuestros prototipos reflejan, además, los fenómenos de adaptación de la respuesta del nervio auditivo. Como ya hemos mencionado, estos fenómenos deben ayudar a detectar y discriminar los sonidos consonánticos en ambientes ruidosos y, por tanto, facilitar la inteligibilidad del lenguaje por las personas receptoras del implante. Aunque el pro-

yecto se halla en fase de desarrollo, los resultados obtenidos hasta la fecha con los nuevos prototipos de procesadores son prometedores.

¿Puede simularse la respuesta del nervio auditivo humano?

Conviene resolver una aparente paradoja de la que el lector se habrá percatado. El procedimiento para comprobar que el oído artificial funciona correctamente consiste en comparar su respuesta con la respuesta fisiológica correspondiente de todas y cada una de las etapas del mecanismo de transducción. Las respuestas fisiológicas necesarias para esta comparación se obtienen realizando experimentos en mamíferos inferiores; casi siempre, en roedores o gatos. Podría decirse, por tanto, que el oído artificial resultante reproduce la respuesta del nervio auditivo de estas especies animales.

Por otro lado, el oído artificial será útil para restaurar la audición normal en personas sordas sólo si remeda la respuesta del nervio auditivo humano. Desgraciadamente, se desconoce dicha respuesta; por razones éticas no es posible realizar experimentos de fisiología en personas. Mas, para nuestra fortuna, existen técnicas psicoacústicas que permiten inferir, con suficiente aproximación, aspectos relevantes de la respuesta del nervio auditivo. ¿Cómo? Mediante el estudio de nuestra percepción de los sonidos.

En la actualidad, en colaboración con Christopher J. Plack, de la Universidad de Essex, y con el grupo de Felipe Moreno, del Hospital Ramón y Cajal de Madrid, aplicamos estas técnicas para caracterizar la respuesta de la membrana basilar, tanto en personas con audición normal como en las que sufren presbiacusia, hipoacusia neurosensorial genética y otras patologías del receptor auditivo. Estas técnicas proporcionan datos de enorme valor para perfeccionar el oído artificial humano.

ENRIQUE A. LOPEZ-POVEDA dirige la Unidad de Computación auditiva y Psicoacústica del Laboratorio de Neurobiología de la Audición del Instituto de Neurociencias de Castilla y León, adscrito a la Universidad de Salamanca. RAY MEDDIS dirige el Laboratorio de Investigación de la Audición de la Universidad de Essex. Ambos colaboran estrechamente desde hace más de diez años en proyectos de investigación dirigidos y ejecutados por ambas instituciones.

Bibliografía complementaria

A PHYSICAL MODEL OF SOUND DIFFRACTION AND REFLECTIONS IN THE HUMAN CONCHA. E.A. López-Poveda y R. Meddis en *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 100, pág. 3248; 1996.

A COMPUTATIONAL ALGORITHM FOR COMPUTING NON-LINEAR AUDITORY FREQUENCY SELECTIVITY. R. Meddis et al. en *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 109, pág. 2852; 2001.

A HUMAN NONLINEAR COCHLEAR FILTER-BANK. E.A. López-Poveda, y R. Meddis en *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 110, pág. 3107; 2001.

A REVISED MODEL OF THE INNER HAIR CELL AND AUDITORY NERVE COMPLEX. C. Sumner et al. en *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 111, pág. 2178; 2002.

COCHLEAR IMPLANTS: SOME LIKELY NEXT STEPS. B. S. Wilson et al. en *Annual Review of Biomedical Engineering*, vol. 5, pág. 207; 2003.

Del movimiento al pensamiento

¿Tienen su origen nuestras funciones intelectuales en el control del movimiento?

Manuela Lenzen

No sólo el cuerpo, sino también la mente tiene una historia de formación. Sólo que la de esta última es incomparablemente más difícil de reconstruir. Es cierto que los utensilios, ofrendas funerarias y pinturas rupestres apuntan a las facultades intelectuales de nuestros antepasados; pero sobre el cómo surgieron estos dones espirituales, los hallazgos arqueológicos no aportan información alguna.

Entre quienes se atreven a habérselas con esa difícil reconstrucción debemos mencionar a Holk Cruse, experto en bio-cibernética de la Universidad de Bielefeld. Su propuesta les parece plausible a otros investigadores en ciencias cognitivas. De acuerdo con la misma, sólo en relación con el control de los movimientos se hace necesario el pensamiento

en los organismos complejos y, a la vez, sólo con ello se hace también posible.

Quien desea rastrear los orígenes del conocimiento ha de determinar primero qué es lo que está buscando. ¿En qué consiste el conocimiento? Para Humberto Maturana, la “vida”. Otros prefieren reservar el concepto de conocimiento para seres hablantes y dotados de auto-

1. NADA DE EXPERIMENTOS MENTALES. El insecto palo, sin pensar, encuentra el camino hasta los alimentos, los lugares donde dormir y su pareja sexual.





2. CONCIENCIA DEL PROPIO CUERPO. Según Holk Cruse, nuestra facultad de pensar surge de la capacidad de sentir la geometría de nuestro cuerpo.

conciencia; en breve, para el hombre. Cruse, sin embargo, opina que estas dos acepciones básicas comparten un mismo carácter: no sirven para avanzar. Y él opta por definir los seres cognoscentes como los que son capaces de planear su actividad. Es decir, pueden decidir lo que quieren hacer a continuación. Así, por ejemplo, pueden representarse en la cabeza un movimiento corporal antes de realizarlo efectivamente. Con ello, los seres cognoscentes se distinguen de los vivientes reactivos, que son inducidos por un *input* sensorial determinado de un modo enteramente mecánico a un *output* operativo determinado.

Cruse investiga el control del movimiento en los hexápodos, de los que los insectos palo constituyen una muestra. Se trata de invertebrados que caminan resueltos, incluso en terrenos extremadamente irregulares. Si tropiezan, se recobran con viveza de nuevo para proseguir su marcha. Los constructores de robots serían felices si pudieran conseguir para sus aparatos rendimientos similares. Sin embargo, aunque ahora éstos ya alcanzan una capacidad de tratamiento de datos netamente mayor que la de cualquier minúsculo cerebro de insecto, las imitaciones artificiales se hallan todavía muy lejos de poder competir con los prototipos naturales.

Con sus colaboradores, Cruse ha desarrollado una red neuronal artificial pro-

pia. Denominado “Walknet”, el sistema simula los movimientos de un insecto palo, estimulado en ello sólo por el *input* sensorial. Se trata, pues, de un sistema puramente reactivo. Una red de este tipo funciona mientras las patas móviles se hallen conectadas en una sucesión de parejas; posiblemente incluso entre los milpiés. Ahora bien, la imitación resulta más difícil en los animales con miembros que pueden realizar movimientos más complejos. Para la mano de un primate o la trompa de un elefante, pongamos por caso, se requieren algoritmos diferentes. En estos casos, el cuerpo ha de adquirir una imagen interior de su propia geometría. Sólo entonces puede acometer tareas que admiten diversas soluciones, entre las cuales hay que decidirse por una.

Esa imagen interior recibe el nombre de neuromatriz. ¿Existe en la naturaleza? Un fenómeno lo abona: las sensaciones fantasma. Las experimentan algunas personas a las que les ha sido amputado un brazo o una pierna; siguen éstas percibiendo el miembro amputado, frecuentemente incluso muchos años después de la operación. En su percepción, hasta gesticulan con un brazo ya inexistente.

El dolor fantasma como fuente de conocimiento

Después de la pérdida de un miembro, su imagen en el cerebro la suplanta la de otro miembro. Tal es, al menos, la explicación de Vilayanur Ramachandran, de la Universidad de California en San Diego. Si, por ejemplo, la representación del rostro se ha extendido hasta la representación inmediata de una mano amputada, cuando un estímulo afecta al rostro, se activa también la región cerebral de la mano ahora inexistente. Ese fenómeno provoca, según Ramachandran, la ilusión vívida de que la mano todavía está ahí.

Las sensaciones fantasma se producen incluso en personas nacidas sin alguna extremidad. Ramachandran recuerda el caso de cierta mujer que vino al mundo sin brazos. Disputaba con su ortopedista sobre la longitud de las prótesis a implantar; demasiado largas, en su opinión, para sustituir a sus “verdaderos” brazos. El técnico, en cambio, decía que unos brazos tan cortos como los que la mujer deseaba mostrarían un aspecto extraño. Por fin, convinieron en un tamaño intermedio. Del caso se desprende que tenemos un cierto sentido innato de la posición y las posibilidades de movimiento de los miembros, y ello independiente de que se desarrollaran o no.

Los organismos complejos utilizan el modelo que poseen de su propio cuerpo para el control de los movimientos. Si pueden activarlo sin tener que obrar enseguida, entonces el sistema reactivo se convierte en cognoscente. En vez de ejecutar inmediatamente una acción —en respuesta a una percepción—, un organismo de este tipo puede primero representársela en el cerebro y evaluar las consecuencias.

Pero, ¿qué significa esta hipótesis para la historia del desarrollo del pensamiento? Según Cruse, no tendría que aparecer ningún módulo nuevo, ninguna “central mental” nueva en el cerebro de los organismos, para que éstos pudieran por fin hallarse en condiciones de hacer un alto en sus movimientos y “reflexionar”. Para ello bastaría una pequeña modificación de los sistemas preexistentes.

En apoyo de tal propuesta se aducen diversas pruebas. En el córtex prefrontal del cerebro humano, se activan las mismas regiones en la planificación de operaciones y en su observación. Cuando alguien percibe actuaciones sin reaccionar, los neurólogos comprueban una fuerte inhibición de las neuronas a las que correspondería la ejecución de los actos observados. Si este freno cerebral falta por culpa de una lesión, se produce un fenómeno extraño, que ya Charles Darwin describiera en su libro sobre la expresión de las emociones en el hombre: la enfermedad de la imitación. Los afectados por ella no pueden dejar de ir imitando los gestos y movimientos que van viendo.

La existencia de neuronas especulares abona también la tesis de Cruse. Por tales entendían Luciano Fadiga, Giacomo Rizzolatti y Vittorio Gallese, de la Universidad de Parma, ciertas células nerviosas que habían descubierto en el córtex premotor de los macacos. Las neuronas especulares no sólo se hallan excitadas cuando los monos ejecutan ciertas acciones, sino también cuando sólo las observan.

Hasta el momento, se han descrito neuronas que reaccionan ante movimientos sencillos de la mano o de la boca: “neuronas de la prensión”, “neuronas de sostén” y “neuronas del desgarrar”. Las “neuronas-de-la-prensión-con-la-mano” reaccionan en su mayoría cuando el pulgar y el índice agarran juntos pequeños objetos. Mas para ello deben cumplirse todas las condiciones. Ni la mera visión del objeto, ni la de otro mono activan esas neuronas. Tampoco reaccionan ante los movimientos de asir sin la presencia del objeto adecuado, ni de agarrar con unas pinzas.

3. ¡NO NOS VAYAMOS A MOJAR! Los chimpancés pueden representarse en la cabeza las consecuencias de sus actos, antes de pasar a la acción.

IFA-BILDTEAM



Por qué se contagia la risa

Diversos experimentos posteriores indujeron la sospecha de la presencia de un sistema “especular”: la mayoría de los hombres conocen por experiencia propia fenómenos como el contagio de sentimientos, que se hace visible en la risa en común o en la tristeza colectiva. Sabemos ya que, en la representación de movimientos, se activan las mismas regiones de la corteza que controlan su ejecución.

Así pues, el modelo del cuerpo no debe de servir sólo para la planificación de los movimientos. Interviene también en la percepción y, probablemente, en la comprensión de los movimientos de los demás. Cuando el lector observa a alguien que se mueve de una manera determinada, entonces en su cabeza el modelo del cuerpo se mueve al unísono con él. En razón de ello, el lector puede comprender lo que sucede “ahí afuera”, allende su cuerpo.

Estas observaciones contradicen, sin embargo, la separación, usual en los manuales, entre los ámbitos sensorios y motores. División tradicional, Cruse la cuestiona, ya que implica que el tratamiento de la información discurre en una dirección determinada: se aprehende algo, las señales ascienden por las vías sensoriales, hasta que llegan a un punto del cerebro en el que se conmutan a las vías motoras, que, a partir de ahí, gobiernan la reacción del cuerpo. Ese bucle crea el problema de tener que dar por descontada la existencia de un centro superior.

Con una red neuronal retroalimentada, el grupo de Cruse simuló un modelo del cuerpo que les eximía de separar los ámbitos motores y sensoriales para funcionar. Calcula varias veces cada magnitud por caminos paralelos y luego las promedia. Finalmente, esa magnitud media vuelve al sistema constituida en valor de entrada. En una red de este tipo, los movimientos corporales posibles funcionan a la manera de “atractores”: estados estables en los que permanece un sistema en reposo y a los que vuelve después de una perturbación (pensemos en el insecto palo al que un estudiante alevo ha hecho tropezar intencionadamente con un bastoncito).

Ahora bien, el conocimiento significa algo más que mera planificación del movi-

miento. De momento, Cruse quiere dejar abierta la cuestión de hasta qué punto su modelo pueda extenderse a operaciones superiores. Trabaja en su posible aplicación a la orientación espacial. Pero aunque el conocimiento, tal como Cruse lo entiende, puede prescindir de perspectiva interna, quizá la red que hay en su base sea también el fundamento de la aparición de la conciencia; a saber, cuando el *input* sensorial y el modelo coinciden.

Ramachandran ha mostrado, con la “amputación de un miembro fantasma”, que la manipulación del modelo del cuerpo puede conducir a experiencias subjetivas nuevas. Refiere el caso de un hombre al que le había sido amputado el brazo izquierdo y, no obstante, “padecía” un doloroso calambre de la mano correspondiente. Ramachandran construyó una caja con un espejo en cuyo interior podían introducirse ambas manos, la real y la fantasmagórica. Gracias al espejo, el paciente veía a un lado su mano derecha sana y al otro lado la imagen reflejada de la misma. De esta manera, el paciente tenía una percepción visual supuestamente auténtica de su mano amputada. Cuando cerraba el puño que le quedaba y lo volvía a abrir, veía cómo la mano fantasma espasmódica se distendía y se abría también. Bastó esa retroalimentación visual para que el dolor desapareciera brevemente.

El hombre se llevó la caja a casa y la utilizó regularmente para aliviar el dolor. Un buen día llegó a desaparecer enteramente el brazo fantasma y dejó de causar dolores.

La ilusión de Pinocho nos ofrece otro ejemplo. Si se estimulan los músculos del brazo —así en un movimiento de extensión—, mientras el sujeto se toca con el índice la punta de la nariz, entonces en la percepción del mismo parece que repentinamente la nariz creciera hasta treinta centímetros. Esta sensación la produce el modelo del cuerpo a partir de las informaciones contradictorias de que el brazo se extiende a la vez que está tocando la punta de la nariz.

Así pues, ¿se pueden fabricar artificialmente sistemas con conciencia? En consecuencia lógica de los ensayos, habría que responder que sí. Con el problema de la conciencia, pudiera suceder lo que ocurrió en el siglo XIX a propósito de la diferencia entre un ser vivo y un ser inanimado. Hasta hoy desconocemos cómo se produce el tránsito de lo inerte a lo vivo; pero nadie apela al *élan vital*. Diríase que nos acostumbramos a convivir con estos problemas, en vez de resolverlos.

MANUELA LENZEN es filósofa

La alexitimia

Afecta a una de cada siete personas. Esta incapacidad para dar expresión verbal a las propias emociones se debe a una conexión deficiente entre los centros originarios de la emoción y los centros donde se percibe

Sylvie Berthoz

“**M**e resulta difícil de explicar. Siento como una bola en el estómago. Se me hace un nudo en la garganta y me dan dolores de cabeza”, le explica un paciente a su psicoterapeuta. “¿Temía usted a alguien? ¿Cree que esa persona quería agredirle? ¿Sentía acaso algo especial frente a ella?”, indaga el terapeuta. El paciente frunce el ceño, con la mirada perdida. “No lo sé. No lo comprendo.” El terapeuta lleva varias semanas ayudándole a plasmar en palabras sus estados emotivos. Se produce un fenómeno extraño: cuando el paciente evoca un episodio de su vida que estuvo cargado de emociones, así un encuentro amoroso o un conflicto familiar, describe con detalle sus sensaciones físicas, pero no halla palabras para exponer sus sentimientos.

Este desorden, que recibe el nombre de alexitimia, consiste en la incapacidad del sujeto para identificar las emociones propias. Sin embargo, al medir los parámetros fisiológicos del paciente, como su ritmo cardíaco o sudoración epidérmica, se constata la existencia de emociones, pues provocan manifestaciones fisiológicas. Todo ocurre como si la persona se viera incapaz de tomar conciencia de ellas y de expresarlas.

Se trata de un trastorno muy extendido entre la población. ¿Quién no se ha tropezado nunca con una de esas personas “taciturnas”, “de gran corazón y grueso caparazón”? Son hombres, sobre todo, los que parecen más perdidos para dar expresión a sus emociones. Desde hace 30 años los investigadores indagan las causas de este problema, cuyas consecuencias suponen, a veces, graves limitaciones.

Fuera ya de la consulta médica, el paciente regresa a su vida de relación. Las veladas sociales le resultan penosas; le cuesta establecer vínculos con los demás,

identificar lo que experimentan sus interlocutores o adivinar las reacciones emocionales que su discurso provoca en los otros. Cuando se suscita una discusión en el ámbito familiar, el sujeto cambia de tema o se aísla en su habitación, pues sabe que no le será fácil “expresar lo que lleva en sus adentros”. Cuando la situación se vuelve muy tensa, romperá en llanto o en arrebatos de cólera, únicas manifestaciones de lo que se anuda en su cerebro emocional. Se pierde en un inmenso vacío cuando es necesario hablar de ternura, de celos, de desconfianza, de todo ese mundo de emociones y de los términos asociados a ellas.

Estos pacientes disponen de muy escasas capacidades de introspección sobre sus propios estados afectivos, lo cual imprime a los intercambios con el psicoterapeuta un carácter superficial: las psicoterapias se escurren sobre ellos como el agua sobre las plumas de las aves. El psicoterapeuta habla de “relación blanca”, sin valor emocional, monótono, o incluso de mentalización precaria. Según las personas de su entorno, el paciente se preocupa mucho de su cuerpo: incapaz de identificar esta sensación que percibe en la garganta, en el corazón, en el estómago. Tiende a tomar tales manifestaciones por fenómenos extraños y desconcertantes. Por su conducta se le confunde a veces con el hipocóndrico (persona que manifiesta excesiva ansiedad sobre su salud). En otras, se le achaca falta de creatividad, de humor, de flexibilidad.

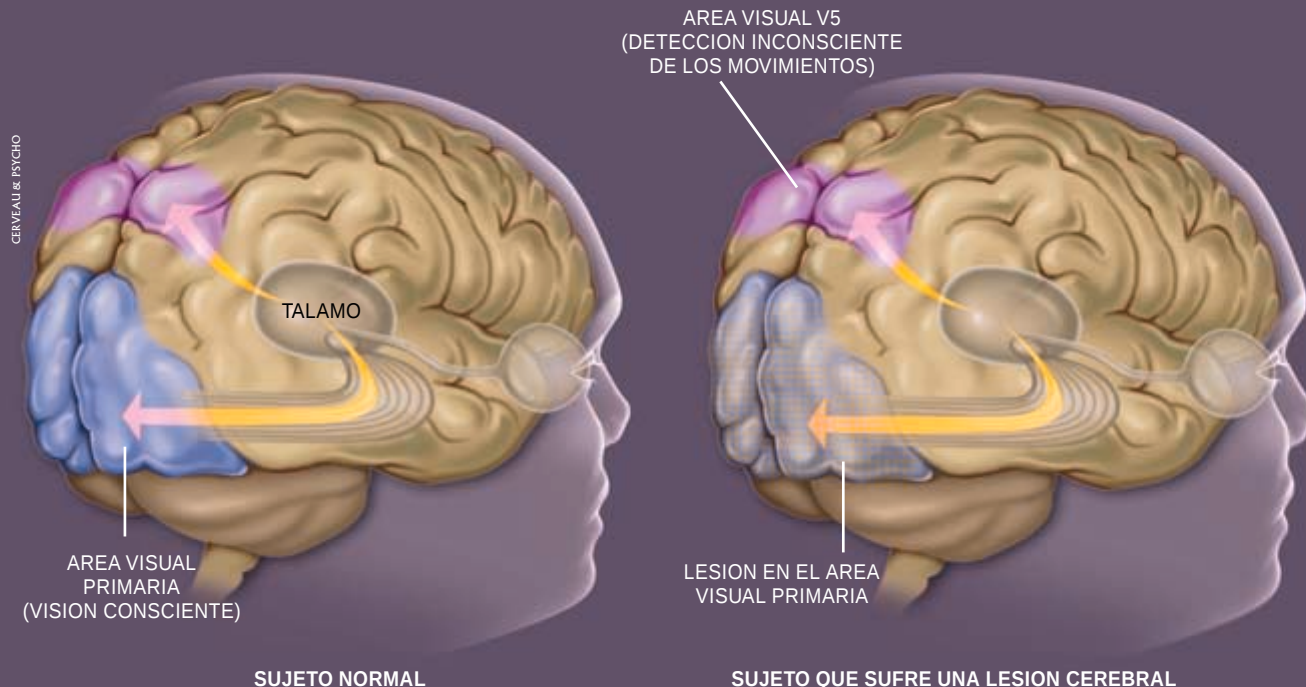
¿De qué modo acceden las emociones a la conciencia? ¿Qué cuerda se ha roto en las personas alexitímicas? ¿Cómo podemos prestarles ayuda? Hemos examinado las características de la actividad cerebral de pacientes alexitímicos y hemos observado anomalías en una zona cuya función sería la de vincular el crisol de las emociones con la zona cerebral que toma conocimiento de estas emociones, las analiza y las formula.

¿Un desorden anclado en la infancia?

La alexitimia se caracteriza por una deficiente “mentalización” de las emociones: las sensaciones corporales aparecen escasas o nulas asociadas a estados mentales. Es verosímil que sus causas hayan de buscarse en los primeros años de la infancia. El niño pequeño, que no posee todavía estados mentales jerarquizados y asociados a conceptos o palabras, aborda el mundo de las emociones por intermedio de su cuerpo. Si tiene hambre, experimenta un dolor en el estómago; si teme perder a su madre, siente que se le hace un nudo en la garganta y que los ojos se le llenan de lágrimas. En un estadio posterior, los sentimientos de deseo o de cólera se manifiestan también mediante sensaciones somáticas. Más tarde, llega la edad en que resulta necesario ordenar ese conjunto de sensaciones orgánicas en un todo coherente, aprender que los otros experimentan cosas parecidas y encontrar un código común para identificarlas, tanto en uno mismo como en los demás, para poder convertirse en un ser social y reflexivo.

Los padres desempeñan un papel importante en esta evolución: la madre, con sus palabras, guía al pequeño por el camino de la mentalización. La madre le pregunta: “¿Tienes hambre?” “¿Estás triste?”, preguntas que van canalizando en cierta medida las sensaciones físicas, a las que adhieren las etiquetas que servirán para identificarlas y comunicarlas. En el cerebro infantil, la información pasa desde los centros de percepción de las emociones (el sistema límbico) hasta los centros de categorización, de reflexión, de lenguaje y de percepción auditiva (la corteza).

Es probable que los intercambios entre madre e hijo sean determinantes para la creación de un nutrido “banco de emociones” en el niño, es decir, de un amplio repertorio de sensaciones asociadas a palabras o a pensamientos.



SUJETO NORMAL

SUJETO QUE SUFRE UNA LESION CEREBRAL

Si los padres, por una razón cualquiera —depresión, personalidad frágil, inestabilidad emocional o incluso alexitimia— no le aportan al niño suficientes indicaciones verbales sobre las emociones que experimenta, éste puede encontrarse falto de palabras, reflejo de la pobreza de sentimientos identificados.

Es probable que más adelante se refiera sistemáticamente a sus sensaciones corporales, sin lograr que la sensación tenga acceso al nivel de los estados mentales, del córtex, del lenguaje. Según Maurice Corcos, del Instituto Montouris de París, en el futuro niño alexitímico han quedado excluidas las experiencias afectivas y relacionales con la madre, lo mismo psíquicas que corporales. El niño no podría llegar a integrarlas, lo que tornaría difícil el reconocimiento, en sí y en los otros, de toda la gama de lo sentido, del afecto y de la emoción. La disponibilidad psicológica de la madre ante los estados mentales del niño modelaría las representaciones que el hijo adquiere de sus emociones, de su propio funcionamiento mental y el de sus semejantes, y, por consiguiente, sus experiencias afectivas y relacionales futuras. De hecho, cuando se les solicita a los sujetos alexitímicos que rememoren el ambiente afectivo de su infancia acostumbran describirlo desprovisto de emociones.

Podemos reducir a dos los tipos de vinculación del hijo a su madre. En algunos niños, esta vinculación es de tipo “garantizada”. El pequeño se entristece al verse separado de su madre, pero puede progresivamente volver a jugar mientras la espera, porque sabe que regresará. En

1. LA VISION CIEGA se manifiesta en personas que han sufrido lesiones en el área visual primaria. Perdida la conciencia de que ven, se manifiestan ciegas. Sin embargo, cuando otra área visual (V5), que no produce ninguna sensación visual en sentido estricto, queda intacta, los pacientes son capaces, por ejemplo, de evitar un balón, porque esta área permite la detección de movimientos.

otros casos se habla de vinculación no garantizada: aunque el niño no manifiesta tristeza aparente cuando se aleja la madre, se niega a jugar con otros y no da muestras de sentirse feliz a la vuelta de aquélla. No ha aprendido a confiar en su madre; censura sus emociones mediante lo que parece ser un reflejo de defensa. En los alexitímicos, el pasado afectivo suele descansar sobre una relación de vinculación no garantizada, que le cierra la puerta a las emociones.

En 1987, Richard Lane y Gary Schwartz, de la Universidad de Arizona, hicieron notar que existen otros casos en los que los individuos pueden percibir un elemento de su entorno sin tener conciencia de ello. Esta paradoja cabe en dos palabras: visión ciega. Ciertos pacientes, que han sufrido lesiones en una región muy particular del cerebro, la corteza visual primaria, dicen no poder ver y, sin embargo, son capaces de detectar un blanco en movimiento.

La visión ciega

Los primeros casos de visión ciega fueron descritos en la Primera Guerra Mundial, cuando soldados heridos en la región posterior del cráneo que habían perdido la visión seguían echándose cuerpo a tierra para evitar las balas, con bastante eficacia. La corteza visual primaria es necesaria para formarnos una

representación consciente de lo que vemos (por ejemplo, si el lector tiene conciencia de estar viendo esta página, se activa su área visual primaria). No obstante, el nervio óptico transmite también informaciones visuales a otra zona visual, el área V5, que reacciona ante el movimiento. Si esta región permanece incólume, las personas con “visión ciega” ven sin tener conciencia de hacerlo...

Volvemos a encontrar este mismo fenómeno en el dominio olfatorio. Los pacientes afirman no percibir nada, pero saben elegir perfectamente, en la mesa, el plato que prefieren. Otros no tienen conciencia de sensación alguna en las yemas de los dedos; sin embargo, pueden asir un objeto y ejercer la presión adecuada para que no se les deslice de la mano.

En los alexitímicos, de modo semejante, las emociones se suscitan en una parte no consciente del cerebro (el sistema límbico), pero no llegan a alcanzar la corteza. Así, cuando un alexitímico expone un asunto ante sus colegas, si se enreda en sus explicaciones, se sonroja, balbucea y cae presa de la ira. El corazón le late con fuerza, le entra un sudor frío. Ante nosotros afloran todos los signos de la emoción; pero el sujeto declara no sentir nada o no saber qué es lo que siente. Por analogía con la visión ciega, Lane ha empleado la expresión “emoción ciega” para describir la alexitimia.

Quedaba por saber cuál es la zona que ha sufrido alteración en el caso de la alexitimia, la que impide adquirir conciencia de las propias emociones, de igual forma que el área visual primaria, lesionada en el caso de la visión ciega, impide que las personas afectadas por este síndrome tengan conciencia de sus percepciones visuales.

Hemos examinado la actividad cerebral de personas alexitímicas en reacción a imágenes que suscitan emociones positivas (paisajes hermosos, escenas eróticas, fotos de bebés...) o negativas (niños llorando, fotos de accidentes, animales temibles...). La primera etapa del trabajo consiste en determinar qué personas son alexitímicas. A tal fin se les presentan a los sujetos diversos cuestionarios con un elenco extenso de preguntas:

— “Cuando usted se encuentra mal, ¿sabe si se siente triste o enojado?”

— “¿Acostumbra usted dejar vagar la imaginación?” (Los alexitímicos no lo hacen.)

— “¿Tiene usted la impresión de que debería hablar más a menudo sobre lo que usted siente?”

— “Cuando se enfrenta usted a un problema de relaciones humanas, ¿lo rehúye? ¿Busca usted una solución concreta en lugar de un diálogo?”

A cada una de estas preguntas se le asigna una puntuación. En las personas no alexitímicas la puntuación final es

muy baja. Hemos dividido nuestra población de voluntarios entre un grupo de personas que obtuvieron puntuaciones bajas y otro grupo de puntuación muy elevada, manifiestamente alexitímicas. Extrajimos imágenes cerebrales mientras les mostrábamos sucesivamente fotografías de connotación emocional neutra, positiva y negativa.

¿Qué observábamos? Divergencias en la actividad del giro cingulado anterior. En los alexitímicos, la activación de dicha área se muestra mucho más intensa que en el caso de los testigos no alexitímicos cuando les son presentadas imágenes de fuerte connotación emocional positiva; mucho menos, cuando las imágenes presentadas tienen una connotación emocionalmente negativa. Parece como si los alexitímicos no lograsen modular la actividad de su giro cingulado anterior al verse expuestos a emociones. En lugar de mostrar una actividad adaptada a la intensidad emotiva de la situación, como es el caso normal, los alexitímicos manifiestan una actividad o demasiado débil o demasiado intensa, que perturba la apreciación justa de la experiencia emocional.

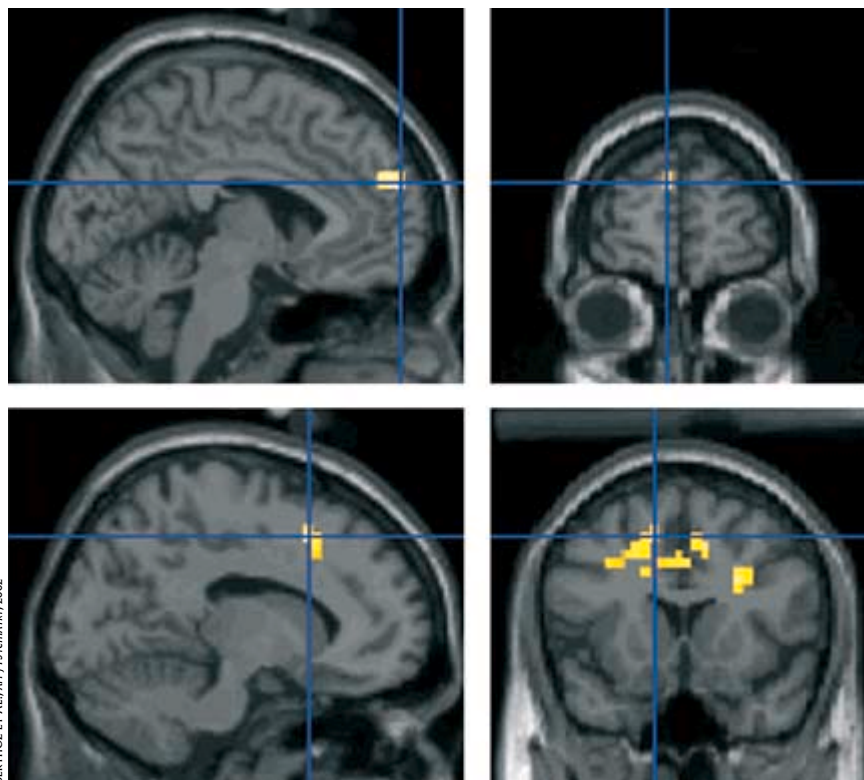
El giro cingulado anterior está conectado al sistema límbico, donde nacen las emociones, y a la corteza, lugar donde se formulan e identifican. De ordinario, el giro cingulado anterior revela tanta más actividad cuanto más aguda es la

conciencia del sujeto sobre sus experiencias emocionales, no importa que sean positivas o negativas; solamente se activa cuando éste se concentra en el aspecto emocional de una escena. La actividad del giro cingulado se halla desajustada, por defecto o por exceso, en el sujeto alexitímico.

¿Cómo aparece esta disfunción? Todavía no lo sabemos, pero podemos imaginar que, en esta patología, el giro cingulado transmite mal la información neuronal. Esta anomalía aparecería, pues, del modo siguiente: cuando un niño aprende a crear “cajones de emociones”, las conexiones entre sus sensaciones corporales y los estados mentales y las palabras, elabora sin duda microconexiones que pasan todas por el giro cingulado.

En el giro cingulado de un niño existe un exceso potencial de conexiones; las conexiones inútiles se van podando, en tanto que se refuerzan las que conectan una emoción a una palabra (este fenómeno de eliminación de conexiones inútiles en favor del refuerzo de las conexiones pertinentes acontece en todo el cerebro en desarrollo). Se trata de una poda progresiva en el transcurso de los meses, merced a un proceso de muerte neuronal selectiva: se conservan sólo las conexiones neuronales útiles, así como las activadas por las frases repetidas por los padres (“Estás triste” o “Tienes hambre”). De este modo, en el caso de los alexitímicos, la selección de conexiones pertinentes podría ser insuficiente, tal vez a causa de una falta de comunicación con los padres.

De ser correcta tal hipótesis, debería observarse en los alexitímicos un exceso de conexiones. Quizá responda a ello el descubrimiento reciente de Harald Gundel, de la Universidad de Munich. El y su grupo han medido el volumen del giro cingulado en individuos con diversos grados de alexitimia; comprobaron que esta estructura cerebral es tanto más voluminosa cuanto más altas son las puntuaciones obtenidas por los sujetos



BERTHOZ ET AL., AN / PSYCHIATRY, 2002

2. UN SUJETO ALEXITIMICO observa una imagen que suscita una emoción negativa (a). Las regiones prefrontal y paracingular (la mancha de color amarillo pálido) de su cerebro se activan menos que en los sujetos normales. Cuando esta persona alexitímica observa una imagen desencadenante de una emoción positiva (b), los giros cingulado anterior y prefrontal medio resultan, por el contrario, hiperactivados.



en el cuestionario de alexitimia. Por el momento, la investigación se esfuerza en ensamblar las piezas de este rompecabezas: todo lo que se sabe es que, probablemente, el giro cingulado desempeña un papel esencial en la toma de conciencia de las emociones propias y cumple la función de pasarela entre el sistema límbico y la corteza cerebral.

Las emociones recuperadas

¿De qué modo asciende la información hacia la corteza y hacia la consciencia, vía giro cingulado? Cuando evocamos una emoción, cuando deseamos comunicarla o analizarla, realizamos un esfuerzo de atención; en el curso del proceso, se producen intercambios de información entre el sistema límbico y las zonas corticales implicadas en la atención, por mediación del giro cingulado, que actúa a modo de una plataforma de cambio de sentido entre las reacciones fisiológicas y las representaciones mentales. Los alexitímicos se hallarían privados de este canal de comunicación, lo que podría acarrear consecuencias nefastas. Encontramos, por ejemplo, una proporción mayor de alexitímicos entre los toxicómanos que el valor medio correspondiente a la población general. Pudiera ser que, para los alexitímicos, el recurso a las drogas constituya un medio para crear un estado emocional intenso, que disipa temporalmente la frustración que el sujeto experimenta ante la variedad de emociones que es incapaz de identificar: el agente psicótropo permitiría la restauración de la pasarela rota entre el sistema límbico y la corteza, cuya activación sólo sería posible en estas condiciones tan drásticas. Ciertas enfermedades psicósomáticas podrían así ser consecuencia de una alexitimia. Los psiquiatras estiman que, a menudo, el ori-

3. UNA IMAGEN DE FELICIDAD suscita una emoción en la persona no alexitímica (*a*): la información visual llega primeramente al área visual, al sistema límbico, donde se hallan el tálamo, el complejo amigdaliano y el núcleo caudado, atraviesa después el giro cingulado, para extenderse hacia otras zonas corticales. En una persona alexitímica (*b*), la información es poco o mal transmitida hasta la corteza a través del giro cingulado. El sujeto es incapaz de identificar sus sentimientos.

gen de una enfermedad psicósomática se encuentra en la incapacidad para traducir las emociones a palabras. La emoción, que no encuentra expresión verbal, se manifestaría a través de síntomas corporales.

El aprendizaje de las emociones

En las terapias de grupo se incita al paciente a “representar” una emoción de una forma teatral, mediante gestos. Al principio no sabe qué gesto realizar para acompañar a una emoción sentida en lo más profundo de sí mismo. Tiende a apoyarse en signos primarios de la emoción: la cólera provoca una contracción de los músculos del rostro; también se puede simbolizar esta sensación cerrando con fuerza el puño. Las sensaciones van siendo poco a poco asociadas a gestos y los pacientes van progresivamente elaborando un código. Caben otros métodos: se incita a los pacientes a asociar colores o paisajes a sus sensaciones corporales.

Por último, el estudio de la alexitimia revela que las emociones se aprenden. Las emociones poseen un sustrato instintivo, el del niño que nota cómo se le llenan los ojos de lágrimas al ver irse a su madre, pero es necesario que a continuación sean objeto de un tratamiento cerebral: se han de construir redes entre la faceta instintiva del ser y su faceta cortical, consciente y reflexiva. Es necesario que se vaya construyendo poco a poco un registro de palabras y de estados mentales, que ha de ponerse en

correspondencia con las sensaciones experimentadas.

La construcción de este repertorio depende de nuestros prójimos, pero también de nuestra cultura. Los términos empleados por los enólogos para la descripción de un vino le parecerán horros de sentido a un profano; sin embargo, cuando este último se toma el tiempo de asociar una palabra o una imagen mental a cada característica del vino, llega un día en que acaba, a su vez, por percibir todas las sutilezas de un caldo.

Tal es el trabajo que realiza un niño cuando aprende a detectar, a identificar, a rememorar, a revivir y a prever mentalmente sus propios estados emocionales. Tal es, asimismo, el trabajo que debe emprenderse, aunque sea con un cierto retraso, en un paciente alexitímico.

SYLVIE BERTHOZ, doctora en neurociencias, trabaja en el servicio de psiquiatría del adolescente y del joven adulto del Instituto Montsouris de París.

Bibliografía complementaria

IMPAIRED RECOGNITION AND EXPRESSION OF ONE'S OWN EMOTIONS ENGAGES FRONTO-CINGULATE CORTICES. S. Berthoz *et al.* en *American Journal of Psychology*, vol. 159, pág. 961; 2002.

PSYCHOPATHOLOGIE DE L'ALEXITHYMIE. M. Corcos y M. Spéranza. Dunod, 2003.

El placebo

¿Por qué los placebos producen a veces los efectos de la medicación, si carecen de principio activo? La fe en la curación estimula nuestras fuerzas curativas y activa los mecanismos de los que se vale el cuerpo para combatir el dolor

Alexander Mäder

La señora Díaz, a punto de cumplir los ochenta, llama por el timbre a la enfermera. “Me duele mucho la cabeza”, se queja. “¿A qué puede ser debido? ¿Tal vez los nervios?” La enfermera promete ayudarle, acude a la sala de curas y extrae del armario una caja de analgésicos. De repente, repara en el carrito de la enferma, con los medicamentos preparados para la noche: la anciana está tomando una gran cantidad de píldoras. Sin más preámbulos, coge un frasco con pastillas placebo, de lactosa, sin ningún tipo de principio activo.

Convencida de que tomaba un analgésico la señora Díaz se traga una píldora azul. Al poco tiempo vuelve la enfermera; la anciana con una cara radiante le dice que ha desaparecido su dolor de cabeza. La enfermera se reafirma en lo que considera una decisión acertada.

Pero, ¿es correcto atender así a un paciente? Este espera un medicamento eficaz contra su específica dolencia. La señora Díaz se hubiera ofendido si se hubiera enterado del engaño. Sin embargo, los placebos evidencian una sorprendente eficacia ante ligeros dolores o malestares; por eso mismo se recurre a ellos lo mismo en hospitales que en residencias de ancianos.

Símbolo de la medicina mágica

De acuerdo con el significado del término latino *placebo* (agradaré, satisfaré), se trata de un supuesto medicamento que se administra a una persona con el fin de satisfacerle. No se circunscribe a las píldoras. Admite medios esotéricos, como talismanes y elixires secretos. Igual que a un niño la madre le “quita el dolor” soplándole en la manita, algunos pacientes se sienten mejor tras recibir la visita del doctor, antes incluso de haber siquiera comorado el medicamento prescrito.

Debemos a Bruce Moseley una demostración original del efecto de la “apariciencia”. En su ejercicio profesional, este cirujano del Hospital de Veteranos de Houston trata a menudo a pacientes aquejados de problemas de rodilla. En casos de inflamaciones dolorosas, irriga la articulación a través de una artroscopia, para así eliminar partículas de cartílago que se hayan desprendido. En la mitad de los pacientes, esta rutinaria intervención tiene resultados positivos.

Pero desde el punto de vista médico no está clara la razón de esta mejoría. Moseley empezó a investigar si el efecto dependía de la operación. Para salir de dudas decidió someter a algunos a un mero simulacro de operación. De 324 pacientes con problemas de rodilla, 180 dieron su consentimiento; firmaron un formulario en el que constaba que cabía la posibilidad de que la intervención fuera sólo aparente.

El equipo Moseley se transformó en una suerte de compañía teatral. Al entrar en el quirófano abrían un sobre que contenía una papeleta con la indicación “intervención real” o “simulacro de intervención”. Si lo primero, se aprestaban a operar. Si lo segundo, el remedo era absoluto: el cirujano pedía a la enfermera el material necesario, hacía la incisión habitual y a continuación la suturaba. No lavaba en realidad la articulación de la rodilla, sino que dejaba caer un poco de agua para que se oyera el murmullo. La operación simulada duraba exactamente igual que la genuina. Ni siquiera el personal auxiliar sabía lo que estaba pasando en el quirófano. Al cabo de dos semanas, sólo el 14 por ciento de los sometidos a la pseudooperación estaban convencidos de pertenecer al grupo placebo. Por otra parte, el 13 por ciento de los pacientes cuyas rodillas habían sido realmente operadas creían también pertenecer al grupo placebo. La mayoría se hallaban convencidos de haber sufrido una intervención real.

A lo largo de dos años, los investigadores ejercieron un control regular sobre los pacientes. Ni en un solo caso de los sometidos al simulacro de operación el paciente se sintió peor. Habían desaparecido los dolores y podían andar con la soltura de los realmente operados. Moseley extrajo la conclusión de que el coste de la intervención podía ahorrarse. Muchos médicos y enfermeras defienden, en efecto, la eficacia de los placebos, pero también hay voces críticas.

¿También vale para las píldoras de azúcar?

Asbjorn Hrobjartsson y Peter Grottsche, de la Universidad de Copenhague, mostraron su escepticismo en un estudio publicado en *New England Journal of Medicine*, donde negaban valor a las investigaciones estadísticas del placebo. Se apoyaron en los resultados de 114 investigaciones sobre medicamentos y métodos quirúrgicos en los que participaron un total de 8525 pacientes.

Para determinar la eficacia de un nuevo método terapéutico, los voluntarios sometidos al ensayo se dividen en dos grupos: el que recibe el preparado a ensayar y el que recibe un sucedáneo, un placebo. Se considera eficaz el medicamento que ofrece mejores resultados que el placebo. No es fácil contrastar ese criterio, pues en la mayoría de los ensayos uno de cada tres pacientes mejoran a la larga dándoles píldoras que no contienen ningún principio activo. En los estudios que Hrobjartsson y Grottsche sometieron a un análisis exhaustivo había un tercer grupo que no tomó ningún tipo de píldora. Los científicos daneses comprobaron que entre estos últimos y los que tomaron placebo no había diferencias reseñables. Al final del estudio, quienes recibieron placebo no se encontraban mejor ni estaban más sanos desde el punto de vista médico que los que no habían tomado nada. En breve, no existía tal efecto placebo.



1. SABOR AMARGO. Entre otros factores el efecto del placebo depende del tamaño y del gusto de la tableta. Se han acreditado las tabletas amargas de un tamaño o muy grande o muy pequeño. A ambos extremos se les atribuye una poderosa eficacia.

Otros especialistas, sin embargo, cuestionan esa conclusión pesimista. Patrik Lemoine objetó que las personas del tercer grupo, conjunto control, no se hallaban del todo exentas de tratamiento. Antes bien, habían sido objeto de una cuidadosa atención, con exploraciones e interrogatorios médicos. En su opinión, el estudio danés demostraría que no se precisan píldoras de azúcar ni ningún tipo de inyección para producir un efecto placebo.

¿Qué hacer para demostrar la eficacia de un producto carente de principio activo? En los últimos años han aumentado los signos de la influencia del placebo en el metabolismo cerebral. A principios de 2004 apareció en *Science* un trabajo firmado por Tor Wager y su grupo, de la Universidad de Michigan, en el que subvertían el método habitual de ensayo de un nuevo producto; no había siquiera tal nuevo producto. Wager y su grupo invitaron a 24 voluntarios a probar una pomada antiálgica. (En realidad se trataba de una loción dérmica vulgar.)

A los probandos se les comunicó que deberían someterse en dos ocasiones al ensayo: en una primera utilizarían la “crema analgésica” y en la segunda una crema sin la supuesta sustancia activa. Pero los investigadores aplicaron en ambos casos la misma e inocua loción en la muñeca de los participantes. Para poner a prueba el efecto se les sometía a una descarga eléctrica. La sensación

producida resultó menos dolorosa, dijeron quienes creyeron haber sido tratadas con una pomada analgésica.

Actitud mental contra el dolor

¿Avergonzaba a los participantes admitir que con la pomada las descargas eléctricas les eran tan desagradables como sin ella? Para resolver la cuestión, Wager recurrió a la resonancia magnética nuclear, pues importaba averiguar qué ocurría en el cerebro de los voluntarios durante la prueba. La actividad de las regiones cerebrales que participan en el procesamiento del dolor — la “matriz del dolor” — reflejaba con bastante exactitud la supuesta intensidad de la sensación desagradable: aumentaba la irrigación sanguínea de la ínsula y del tálamo cuando se percibían dolores más intensos, y disminuía cuando la sensación dolorosa era menor merced a la supuesta pomada analgésica.

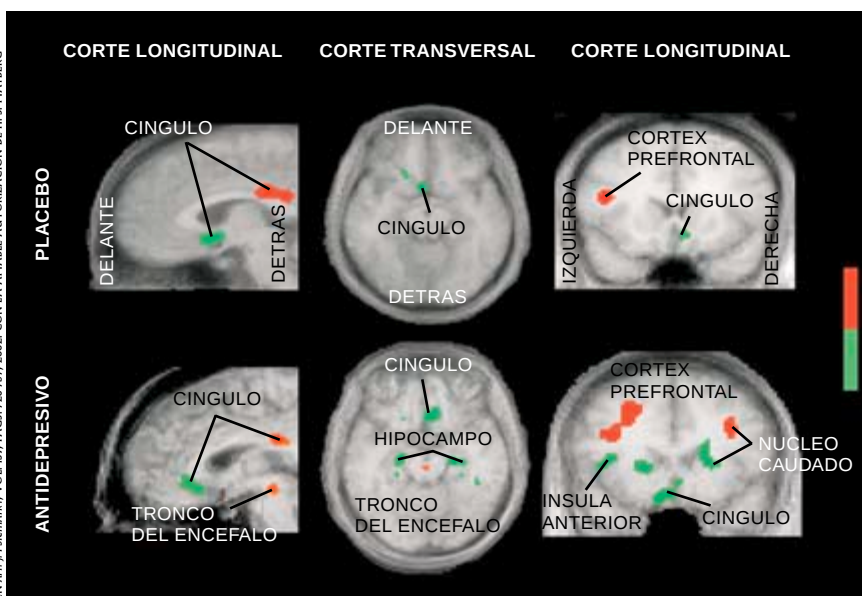
El hecho de que el efecto placebo pueda demostrarse en el cerebro no explica por qué responde de forma tan clara a los falsos medicamentos. Patrik Lemoine sospecha que “las personas del mundo occidental están condicionadas a los médicos lo mismo que el perro de Pavlov

estaba condicionado a la campana”. En los experimentos del neurólogo ruso fluía la saliva por el hocico del animal entrenado en cuanto se tañía una campana. Del mismo modo, desde niños aprendemos que nuestras molestias desaparecen cuando acudimos al médico.

Quizá la explicación estriba en que los placebos parecen surtir efecto cuando se cree en ellos. Apoyan esta hipótesis las tomografías de los voluntarios del ensayo de Wager sometidos a la prueba del electroshock. Segundos antes de cada descarga eléctrica, una señal luminosa advertía al participante; en ese breve tiempo se producían cambios circulatorios en el córtex prefrontal. Esa región se activaba cada vez que el paciente esperaba una descarga eléctrica, atenuada merced a la supuesta acción antiálgica de la pomada.

El secreto está en la espera

Según aducen los investigadores, el córtex prefrontal condiciona las reacciones subsiguientes de la matriz del dolor. Se había estudiado ya, a propósito de las depresiones, la participación del córtex prefrontal en el efecto de los placebos. Andrew F. Leuchter y sus colegas, de la



Universidad de California en Los Angeles, comprobaron que más de un tercio de los pacientes respondían a placebos, en particular quienes presentaban un aumento de actividad en el córtex prefrontal.

Por lo que respecta al mecanismo molecular de la acción del placebo, se están sopesando diversas hipótesis. Se admite que el neurotransmisor dopamina desempeña una importante función, razón por la cual se la conoce también por mensajera de la motivación. Entre sus misiones, está la de estimularnos en nuestras actividades diarias. En condiciones normales, determinadas neuronas la segregan cuando se prevé una recompensa inmediata. Una vez alcanzado el objetivo, cesa la producción de dopamina. Por eso resulta a menudo más gratificante la

satisfacción previa a los hechos que la que se tiene una vez ocurridos.

El placebo, al prometer la curación, constituye una razón suficiente para desencadenar una recompensa mediada por la dopamina. El placebo se muestra eficaz en las depresiones porque éstas concurren con trastornos en el metabolismo de la dopamina.

Placebo contra el Parkinson

Hablar de enfermedad caracterizada por una disminución de la dopamina es hablar de la parálisis temblorosa, del Parkinson. Débese este trastorno a la pérdida de neuronas productoras de dopamina en la sustancia negra. El neurotransmisor actúa en el cuerpo estriado, donde se procesan las señales motoras que gobiernan los movimientos. Se calcula que ha

2. EFECTO VISIBLE. Los placebos (*arriba*) actúan sobre el cerebro de forma similar, aunque no idéntica, a fluoxetina y otros antidepresivos (*abajo*). Al cabo de seis semanas de administración la actividad metabólica de algunas áreas ha experimentado evidentes cambios, independientemente de que se trate del medicamento o de un placebo. Sin embargo el fluoxetina altera además otras tres regiones en el tronco del encéfalo, en el hipocampo y en el núcleo caudado. En rojo, aumento de actividad; en verde, disminución de la misma.

de perderse un ochenta por ciento de las fuentes de dopamina para que aparezca el típico temblor del Parkinson.

A pesar de que esta enfermedad cursa con la destrucción de neuronas y otras alteraciones anatomopatológicas, la investigación ha demostrado que el placebo ejerce un efecto evidente en los pacientes con Parkinson. Raúl de la Fuente Fernández y Jon Stoessl, de la Universidad de la Columbia Británica, abordaron la actividad cerebral de sus pacientes mediante la tomografía de emisión de positrones (TEP). Para medir dicha actividad inyectaron raclopride radiactivo, sustancia antagonista de la dopamina en la

3. PLACEBO EN BATA BLANCA.

El tiempo que dedica el médico a sus pacientes, el irradiar confianza e incluso el tono de voz utilizado, todo ello influye en el éxito terapéutico.



4. ¿CURACION AL APRETAR UN BOTON? Al agua que brota de la fuente de la gruta de Lourdes se le atribuyen efectos terapéuticos desde mediados del siglo XIX. Frente a los miles de curaciones aducidas, la Iglesia Católica sólo ha reconocido una ínfima parte.

unión con receptores dopamínicos del cuerpo estriado. La actividad radiactiva decayó en esta área poco después de la administración del placebo. Con otras palabras, mediante el placebo se segrega tanta dopamina como para expulsar el raclopride de los receptores del cuerpo estriado.

Probablemente, el placebo no se limita a poner en marcha la síntesis de dopamina. Desde hace tiempo se sabe que estimula también la síntesis de endorfinas, analgésicos fisiológicos. Lo comprobó en 1978 Jon D. Levine, de la Universidad de California. En un grupo de pacientes, el dolor que producía la extracción de la muela del juicio fue calmado con éxito mediante un placebo. A otro grupo les administró además naloxona, sustancia que bloquea el efecto de las endorfinas: en seguida desapareció el efecto analgésico.

Al estimular la producción de dopamina y de endorfinas, el placebo despierta sensaciones agradables. Independientemente de que se trate de un comprimido, de un talismán o de un simulacro de intervención quirúrgica, los placebos son eficaces si el paciente espera una mejoría. ¿Pueden prescribirse en un acto médico comprimidos de almidón o de lactosa? Su efecto está demostrado.

No es una droga inocua supletoria

Hasta ahora nadie se ha atrevido a prescribirlo en receta médica. De la Fuente y Stoessl proponen introducir el placebo en curas de deshabituación. Para estimular la producción de dopamina no se necesita indispensablemente una “droga” dura; basta un inocuo polvillo blanco. En cualquier caso, hay que actuar con prudencia, pues algunos pacientes denuncian efectos secundarios: sequedad de boca, cansancio, turbación, alteraciones de la vista e incluso síndrome de abstinencia al retirar al placebo.

Por lo demás, el placebo no puede tomarse como equivalente de una medicina. Es cierto que actúan en ocasiones con resultados parecidos, pero lo hacen de forma diferente. Helen Mayberg, de la Universidad Emory, explica que en sus pacientes depresivos el fármaco genuino



(“Prozac”) no sólo actuó mejor que el placebo, sino que además la TEP demostraba una excitación de más áreas cerebrales.

Había ventajas adicionales. Una vez establecida la dosificación exacta y aplicada durante varias semanas, el placebo actuaba casi de inmediato. A la semana se apreciaban alteraciones en el cerebro; pero con idéntica rapidez desaparecían. Hubo que volver a la administración del fármaco genuino contra la depresión.

Queda pues en el aire la cuestión de si los médicos pueden utilizar la confianza que en ellos tienen depositada sus pacientes y prescribirles comprimidos de azúcar en vez de medicinas. Los placebos no constituyen ninguna panacea y en algunas enfermedades sería una irresponsabilidad privar al paciente de una terapia eficaz.

ALEXANDER MÄDER es doctor en filosofía.

Bibliografía complementaria

DIE WEISHEIT DES KÖRPERS. H. Ernst. Piper; München, 1994.

IS THE PLACEBO POWERLESS? A. Hrobjartsson y P. C. Gotzsche en *New England Journal of Medicine*, vol. 344, págs. 1594-1602; 2001.

DER PLACEBO-EFFEKT. H. Brody y D. Brody. dtcv; München, 2002.

THE FUNCTIONAL NEUROANATOMY OF THE PLACEBO EFFECT. H. S. Mayberg et al. en *American Journal of Psychiatry*, vol. 159, págs. 728-737; 2002.

PLACEBO INDUCED CHANGES IN fMRI IN THE ANTICIPATION AND EXPERIENCE OF PAIN. T. D. Wager et al. en *Science*, vol. 303, págs. 1162-1167; 2004.

¿Sólo cuestión de genes?

¿Se cierne sobre nosotros un futuro donde el individuo será juzgado por su “perfil genético de la personalidad”? En torno a esa cuestión *Mente y cerebro* ha mantenido el siguiente diálogo con Klaus-Peter Lesch, de la Clínica de Psiquiatría y Psicoterapia de la Universidad de Wurzburg



KLAUS-PETER LESCH

Katja Gaschler

My: Profesor Lesch, usted ha descubierto una variante génica que, al parecer, se relaciona con cualidades como la ansiedad y la inestabilidad emocional. Si supiera que poseo esa variante génica, ¿podría inferir que soy una persona ansiosa?

Lesch: ¡En absoluto! Las predicciones acerca de la relación entre un gen y una determinada característica de la personalidad se basan en la estadística. Dicha correlación se establece dentro de una población más amplia, pero falla a menudo en casos concretos. Por otra parte, debe saber que el efecto de estas variantes génicas sobre la dimensión respectiva de la personalidad es mínimo. Para que un individuo manifieste realmente cualidades asociadas a la ansiedad, se requiere la interacción con un número probablemente muy grande de otros genes, aún desconocidos, que favorezcan el comportamiento en cuestión. Por último, no hay que olvidar que el medio también tiene mucho que decir en el desarrollo de la personalidad.

My: ¿Cómo cuantificaría esa influencia?

Lesch: De un 40 a un 60 %, según la conclusión unánime de las investigaciones efectuadas en los últimos 20 años. La personalidad se puede imaginar como la suma del temperamento —determinado por la disposición genética— y del carácter, modulado por el entorno. El carácter empieza a formarse antes de nacer y depende de que la madre sufra estrés,

tome alcohol o fume durante el embarazo. Más adelante, la educación y la formación, junto con el medio social familiar y remoto —en particular, los amigos—, forjan el carácter.

My: ¿No podríamos modular nuestra personalidad a nuestra conveniencia?

Lesch: Sí, pero dentro de ciertos límites. En realidad, sólo cabe modificar el carácter, no el temperamento. La dotación biológica individual configura, por así decir, el marco para tales modificaciones. Es como si nos encontráramos dentro de una pelota de goma y pudiéramos alisarla con las manos y los pies. Cuanto más la estiremos, mayor será la resistencia opuesta.

My: ¿Qué aconseja a las personas que sufren por sus carencias de personalidad?

Lesch: Quien desee cambiar, debe probar algo nuevo, salir de su entorno y afrontar retos, sopesando, como es lógico, el riesgo. El tutelaje de un terapeuta experimentado facilita, sin duda, la tarea. En todo caso, la forja de la personalidad requiere superación: por ejemplo, si usted sufre ansiedad al dirigirse a un auditorio numeroso y desea evitarla, tendrá que pasar por esa situación. Quizá no llegue a vencer completamente el miedo a los focos, pero podrá suspender la ansiedad inicial y controlarla después.

My: ¿Qué opinión le merecen los numerosos tests de personalidad que aparecen en semanarios y suplementos dominicales?

1. KLAUS-PETER LESCH, nacido en 1957, es uno de los pioneros en la investigación de la personalidad a través de la genética molecular. Da clase en la Universidad de Wurzburg, donde dirige la unidad de psicobiología.

Lesch: Las encuestas sobre personalidad de esos medios acostumbran ser muy poco rigurosas. Las únicas razonables son los tests normalizados con una capacidad de predicción científicamente demostrada.

My: ¿Puede suceder que alguien lea las preguntas y luego elija, de forma consciente o inconsciente, las respuestas que más le gusten?

Lesch: El peligro de respuestas sociales favorables existe y falsea, de hecho, el resultado de los tests breves. La versión del cuestionario NEO de personalidad que nosotros usamos se basa en el modelo penta factorial (“Big Five”) de personalidad y abarca 241 preguntas, incluidas algunas de control para confirmar las respuestas. Además, rogamos a los probandos que respondan con la máxima espontaneidad posible. En el ámbito experimental, jamás nos fiamos de los resultados de un solo test, sino que recurrimos a dos o incluso tres encuestas, que deben converger en sus predicciones. El test NEO y el denominado TPQ —abreviatura de *tridimensional personality questionnaire*— se basan en conceptos muy diferentes; sin embargo, ambos miden la “ansiedad”, el uno como

un “estado neurótico” y el otro como “evitación del daño”.

Myc: Hasta hace poco se afirmaba que la personalidad culminaba su desarrollo al cumplir los 30 años. ¿En qué ha cambiado esta teoría?

Lesch: De forma general se puede decir que, tiempo atrás, la vida discurría por carriles firmes antes de los 30. Esto, sin embargo, ha cambiado. El ascenso profesional llega hoy más tarde y no resulta raro volver a empezar dos o tres veces después de haber perdido el trabajo y cambiado de actividad o tras una rotura matrimonial que obliga a reconstruir *ex novo* la vida privada.

Myc: Muchos asesores sugieren que se requiere una conducta muy determinada para triunfar en la vida. ¿Existe algo así como una personalidad triunfalista?

Lesch: No, seguro que no existe una sola, sino varias o muchas. La conducta premiada y la gloria dependen, en gran medida, de la cultura y de las relaciones sociales.

Myc: Sin duda, existen cualidades que se valoran positivamente en todas las culturas.

Lesch: Por supuesto, a eso contribuye la estructura de la inteligencia, es decir, las capacidades cognitivas generales y la inteligencia social y emocional. Todas ellas se cuentan como factores del modelo penta factorial de la personalidad. A lo que hay que sumar la estabilidad emocional que se manifiesta, por ejemplo, en la capacidad de afrontar el estrés de un modo positivo. La extraversión, saber tratar a la gente, también es importante. Y, por último, la tolerancia.

Myc: ¿La tolerancia? ¿No se requiere ser agresivo para llegar hasta lo más alto?

Lesch: En efecto, entre las poblaciones de primates, el jefe del grupo, el homínido alfa, se caracteriza por una notable agresividad. Pero también sabe reconciliarse. En otras palabras, dirige perfectamente su agresividad.

Myc: Los científicos descubren cada vez más genes y su relevancia para la personalidad. ¿Acrecientan estos datos experimentales el peligro futuro de “cultivo” de un determinado tipo de personalidad?

Lesch: En absoluto. Jamás controlaremos las interacciones entre los diferentes factores genéticos, por no hablar de las interacciones ambientales. Por otro lado, nunca conseguiremos simular a nuestro gusto la relación entre todos estos factores. En última instancia, la diversidad actual de



2. MARGEN REDUCIDO DE MOVIMIENTOS. ¿Acaso la dotación genética actúa a modo de marco que limita las posibilidades de desarrollo de la personalidad a lo largo de la vida?

conductas permite a la especie humana aprovechar las circunstancias ambientales más variadas. Si nos dedicáramos a fabricar un solo tipo de personalidad, la humanidad estaría sentenciada a muerte y ya no sabría adaptarse.

Myc: ¿Podrá un abogado penalista solicitar en el futuro la absolución de un criminal remitiéndose a la dotación genética particular de éste?

Lesch: Por lo que respecta a las variantes génicas, que actúan sobre la personalidad, no; no soy capaz de imaginar ningún caso. Otra cosa son los defectos génicos que alteran llamativamente la capacidad cognitiva; no se puede inculpar, desde luego, a una persona cuyo retraso mental obedezca a un defecto génico. Conozco un caso cuyo gen asociado a la personalidad ha ocasionado secuelas tan dramáticas, que podría pensarse en una culpabilidad limitada. No obstante, no se trata, repito, de ninguna variante sino de un defecto, de la falta completa del gen, en este caso el de la monoamino-oxidasa A, abreviada MAO-A, que participa en la degradación de los neurotransmisores. El gen correspondiente radica en el

cromosoma X y, como los varones sólo poseen uno por célula, tal defecto motiva que no se sintetice MAO-A. Existe una familia con una deficiencia generalizada del gen y todos los varones son extraordinariamente agresivos y han atentado contra la integridad física de los demás. En mi opinión, la culpabilidad constituye una cuestión secundaria en esta situación. Si se considera culpables a estos sujetos, habrán de tomarse, con los instrumentos ajustados a derecho, medidas para proteger de tales personas a la población.

Myc: A largo plazo, ¿para qué servirá la genética de la personalidad?

Lesch: La genética sólo constituye un medio auxiliar para entender mejor la biología de nuestra personalidad. Si logramos este objetivo, sabremos también por qué reaccionamos de una manera concreta, y no de otra, frente al ambiente. Y ésta es, en definitiva, la aspiración de la psicoterapia: conocer los factores constitucionales biológicos nos ayuda a corregir las conductas erróneas y a aplicar el tratamiento con mejor criterio y mayores posibilidades de éxito.



Hipersensibilidad del niño llorón

Con frecuencia estos pequeños torturadores no son más que niños curiosos que quieren protegerse frente a una sobrecarga de estímulos

Nunca se lo imaginaran. Apenas seis semanas después del nacimiento de su hijo, Marcos y Ramona Hernández (nombres ficticios) estaban al borde de un ataque de nervios. Su retoño, de cuya venida tanto se habían alegrado, berreaba día y noche, sin motivo aparente. Tim era un “bebé llorón”.

Por naturaleza, todos los recién nacidos lloran cuando tienen hambre, están cansados, les duele la barriga o desean la presencia de sus padres. Suelen terminar el “concierto” en cuanto ven satisfechas sus necesidades. La situación cambia con niños como Tim. No se dejan tranquilizar fácilmente. Lloran y lloran sin razón evidente por lo menos tres horas al día, tres días a la semana y durante más de tres semanas. Esta es la “regla de tres” para el diagnóstico del bebé llorón.

Su llanto, persistente y enérgico, priva del sueño a sus progenitores, amén de inducirles una sobrecarga psicológica que puede terminar en pérdida de la propia autoestima, en una depresión e incluso en una actitud agresiva contra el lactante. Esta tensión en los padres se traslada a su vez al niño y le dificulta todavía más el reposo, sostiene Manfred Cierpka, director del departamento de terapia familiar de la Clínica Universitaria de Heidelberg. En ese departamento hay una sala de consulta para padres con lactantes y niños pequeños de edades entre las pocas semanas

hasta casi los tres años. Presta atención a niños con ataques de llanto, trastornos del sueño o de la alimentación, niños que sufren las consecuencias de la separación de los padres y, en general, niños proclives a fuertes rabietas.

La familia Hernández acudió a esta consulta. La madre desgana los ataques de llanto de Tim. El pequeño se duerme profundamente después de mamar, pero no tarda en despertarse de repente y rompe a llorar sin consuelo. Cuanto más avanza el día tanto más se prolongan estos episodios. El panorama se enrarece al caer la tarde, entre las 18 y las 23 horas: su cuerpecito se pone rojo como un cangrejo, bañado en sudor. Los músculos de Tim están hipertónicos, dobla la espalda y reclama los brazos de sus padres. Ramona está desesperada: no sabe qué es lo que necesita el niño, ni cómo puede ayudarlo y ayudarse a sí misma.

Lactantes estresados

En las consultas al pediatra sólo se le ha diagnosticado “cólico de los tres meses”. Sin embargo, los medicamentos carminativos contra la acumulación de gases no han producido ningún efecto. Cierpka y su colega Consolata Thiel-Bonney asienten con la cabeza. Lo han oído muchas veces. “Son muy pocos los niños que realmente padecen tales trastornos en el tracto digestivo”, explica Cierpka. Antes bien, la mayoría de estos pequeños gritones tienen un cuerpo sano. El dolor abdominal y la acumulación de gases constituyen la consecuencia, no la causa del llanto.

¿No hay explicación para esos ataques de llanto? ¿Debemos limitarnos a que cesen por agotamiento? En absoluto. Tal proceder podría alterar el desarrollo psicosocial del niño. Si un lactante experimenta que sus demandas no son atendidas, se corre el peligro de que adopte una actitud resignada. Puede temerse incluso

un trastorno del desarrollo neuronal. En este caso el estrés del lactante puede dar lugar a unos patrones alterados en las conexiones neuronales del cerebro que, en tan tempranas edades, repercute negativamente en la personalidad y en la conducta del niño.

En realidad, el niño no tiene otra forma de expresarse, aunque las causas que desencadenan el llanto varían de un bebé a otro. María, de 15 meses, por ejemplo, llora cuando se separa de su madre. Ambas buscan un contacto corporal particularmente estrecho. Los especialistas de Heidelberg llevaron a cabo un sencillo experimento: cuando María vuelva a llorar la madre, no se la cogerá inmediatamente en brazos, sino que se le animará a jugar con una pelota. El ensayo mostró que la niña empieza a gatear tras el juguete y comienza a encontrarse a gusto sola en la habitación. Cierpka y su colega recomiendan a la madre que, en adelante, estimule a María a explorar el mundo a su alrededor. De esta forma, la niña aprende a ser autónoma, un importante paso en el desarrollo infantil.

Búsqueda de orientación

Otro caso es el de Felipe. Con apenas tres años, se afana en ampliar sus fronteras. Corretea por todas partes, destrozando cuanto se halla a su alcance. A la aturrida madre se le recomienda que deje jugar al niño, que no se muestre severa con él. Apesar de repetidas advertencias, el niño vuelve a pasearse sobre la cama con el coche de juguete; la madre, entonces, se marcha sin pronunciar palabra. El llanto de protesta es más corto de lo que se esperaba, luego el niño se queda tranquilo. Felipe dispone así de una referencia que le ayuda a orientarse en el mundo en torno.

Pero, ¿por qué llora Tim? Sus padres se encuentran desorientados. Lo mismo llora en el coche que en casa o en presencia de una visita. Según el relato paterno, por las mañanas suele estar satisfecho, aunque por poco tiempo. Cierpka y Thiel-Bonney escuchan tranquilamente, siguen el relato y observan el comportamiento de los padres con el niño y el de los adultos entre sí. No se les escapa que ambos progenitores describen a Tim



BPA

1. ¿TANTO ESCANDALO PARA

NADA? Los ataques de llanto del bebé no dejan dormir a los padres. A menudo lo único que se necesita es simplemente más tranquilidad.

como “algo agresivo”, prueba de que no han sabido interpretar las señales emitidas por el bebé.

Con evidente sorpresa la joven pareja contesta a las preguntas sobre sus propias familias. En el caso de Ramona, todo parece ordenado. Sus padres los visitan con regularidad y disfrutan con el nieto. Marcos, sin embargo, vive más aislado. Mantiene un contacto escaso con su familia. Apenas conoce a su padre biológico y con su padrastro ha tenido malas experiencias.

Las informaciones sobre las familias son importantes. Ya en 1975 Selma Freiberg hablaba de los espectros del pasado que se inmiscuían en la relación entre los padres y el niño. Es imprescindible considerar a la familia como un todo.

Tim se intranquiliza y empieza a llorar. Cierpka y Thiel-Bonney hacen una pausa para que la familia le cambie los pañales. Con la conformidad de los Hernández ven luego la escena grabada en vídeo. “¡Fíjense!”, Thiel Bonney señala al monitor. Subraya que el padre intenta tranquilizar al pequeño chillón con diversos juguetes mientras que el niño cada vez grita más. “Creo que es demasiado para el niño.” Todo el equipo está de acuerdo: Tim padece un aluvión de estímulos.

Al final de esa primera visita, se les recomienda a los padres una serie de tareas para con su pequeño. Deben registrar en qué situación y con qué frecuencia llora, cuánto tiempo duerme y cuándo se despierta. Han de recortar los estímulos: ni radio ni televisión en su habitación. Deben limitarse también las actividades fuera de casa. Una semana más tarde, la familia Hernández acude nuevamente a la consulta. El niño seguía llorando como antes, pero los padres estaban más tranquilos. Con ayuda de la información recogida en un “cuaderno del sueño” se daban cuenta de que el estado de ánimo de los padres influía mucho en el niño.

En la consulta, cuando Tim se despierta, su padre lo toma en brazos y juega con él. Thiel-Bonney está encantada:

2. CHARLA CON EL BEBE. Junto a una madre que busca ayuda, Consolata Thiel-Bonney y Manfred Cierpka explican los síntomas del niño.

entre el padre y el hijo se ha establecido una óptima relación. Es un fenómeno conocido desde antiguo: quien ha padecido penurias en su infancia desea un entorno mejor para sus propios hijos, pero con frecuencia no acierta en la forma de actuar. Si una madre luchó en vano durante su infancia para que sus padres le prestaran más atención, probablemente sobreprotegerá a su hijo con excesivas muestras de cariño. Un exceso de amor materno puede resultar agobiante y frustrar el desarrollo del niño. La consecuencia es el distanciamiento y el rechazo frente a unos cuidados prestados con la mejor intención del mundo.

Thiel-Bonney anima al padre a seguir en ese camino, pues conviene que no deje de prestar atención a su hijo. Sin embargo, en su preocupación por hacerlo todo bien, puede interpretar erróneamente las señales que recibe de Tim. Si el pequeño, por ejemplo, gira su cabecita, no quiere decir que se esté aburriendo y que desee otro juego; antes bien, le está rogando que ceda, que necesita reposo. Y si en vez de ello, se le sigue estimulando con nuevos juegos empieza a llorar sin consuelo.

Nefasta curiosidad

“Los lactantes necesitan menos estímulos de lo que se cree”, explica Thiel-Bonney a los padres. “Su interés por el mundo que les rodea no exige despertarse con un aluvión de juguetes, ya que, desde un principio, se da por naturaleza.” Sin embargo, mientras que unos niños están siempre ávidos de novedades, otros se sacian enseguida. No pueden cortar ese lazo y se convierten en niños llorones.

Es lo que le ocurre a Tim. En él resulta nefasta su capacidad admirable: el



pequeño mira atentamente a su alrededor y dirige su atención a la fuente de cualquier sonido. Su postura preferida es la erecta porque le permite ver más cosas. Pero esa extraordinaria sensibilidad y ese interés por el mundo le originan pronto una sobreestimulación que le lleva a los temidos ataques de llanto.

Tras una jornada rica en acontecimientos o de una fiesta excitante, los adultos se dejan caer rendidos en la cama, insomnes porque conservan demasiados estímulos. Pero al día siguiente, la vida torna a la normalidad. Un recién nacido, en cambio, sigue recibiendo estímulos sin cuento de su alrededor.

Hay nuevas estrategias de conducta que pueden proporcionar a Tim el necesario descanso. Thiel-Bonney recomienda que ante los primeros síntomas de cansancio, como máximo cada hora y media o dos horas, se procure que el niño duerma. Importa que los padres dispongan de tiempo libre, pues sólo cuando el niño percibe que sus padres están tranquilos y contentos puede él mismo calmarse.

Cumplidos los cuatro meses, Tim es un niño despierto, que ya explora la vivienda en busca de nuevos descubrimientos. Una intencionada reducción de los estímulos le facilitó experimentar vivencias en el policromo mundo de su alrededor y encontrar su propio ritmo vital.

STEFANIE REINBERGER es doctora en biología.

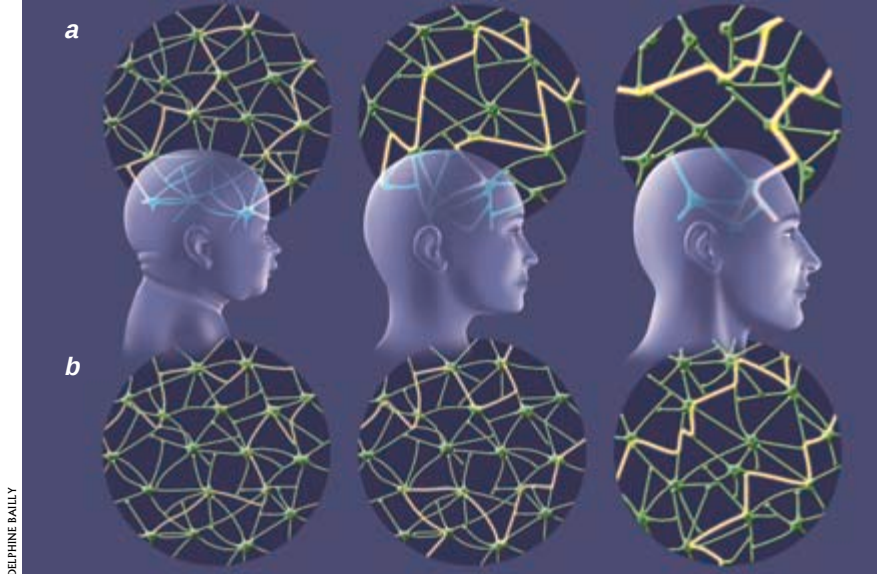
Enanismo psicosocial

La falta de estimulación psicológica durante los primeros meses de la vida produce secuelas irreversibles

Para que el niño se desarrolle bien no basta con una alimentación equilibrada. Se requiere también un entorno psicológico de calidad. El así llamada enanismo psicosocial se debe a

un contexto familiar o social precario que entorpece el crecimiento del cuerpo y el desarrollo del cerebro. No podemos atribuir ese defecto a la escasez alimentaria. Cuando la familia, el entorno social

o la institución de acogida no satisfacen las necesidades psíquicas y emocionales del niño, sufre un retraso en su desarrollo. Lo experimenta en su psicomotricidad y comportamiento. Con cuidados y ejer-



DELPHINE BAILLY

cicios idóneos se puede en ciertos casos contrarrestar el retraso del crecimiento y hacer que el niño llegue a tener una talla correspondiente a la media de los de su edad. Pero, por desgracia, las secuelas psicológicas e intelectuales suelen ser indelebiles. ¿De qué modo puede el entorno psíquico determinar el crecimiento físico y el desarrollo del cerebro?

En el lenguaje corriente, el término “carencia” evoca las insuficiencias nutricionales. Sin embargo, hay también carencias psicológicas o educativas cuando un niño no recibe el afecto o la instrucción suficientes. Ya por los años cuarenta del siglo pasado, René Spitz había notado graves alteraciones del desarrollo global del niño en ciertos ambientes psíquicos deficientes. En salas de maternidad dotadas de todos los adelantos técnicos pero asistidas por un personal insuficiente, la tasa de mortalidad alcanzaba el 40 %. En cambio, tan pronto como se prestó mayor atención a los bebés, esa cifra bajó. En los pequeños privados de afecto, se alteran el crecimiento físico, el desarrollo psicomotor e intelectual y varios aspectos del comportamiento: muéstranse tristes, retraídos, sin capacidad reactiva, o, por el contrario, agitados, a veces psicóticos, moviendo sin cesar las manos ante los ojos, golpeándose o balanceándose, como sumidos en un trance.

Secuelas de la carencia de afecto

La alteración del desarrollo va asociada a una insuficiente relación con la madre o con la persona a cuyo cuidado esté el niño. Para desarrollarse adecuadamente, el pequeño ha de tener a su lado a un adulto que le garantice no sólo los cuidados corporales y la alimentación necesaria, sino también su confort físico y psíquico, su educación y sus tiempos de juego. A falta de lo cual, corre el peligro de sufrir trastornos del desarrollo, con inevitables secuelas en la edad adulta.

Por los años sesenta, los pediatras describieron graves trastornos del desarrollo global en niños que se habían criado en sus familias pero en medios sociológicamente precarios y emocionalmente estresantes, hogares de conflicto frecuente, violencia o alcoholismo. En mi ejercicio de la pediatría clínica he seguido casos de niños que presentaban los trastornos característicos del enanismo psicosocial. Veamos algunos de ellos.

Inés fue hospitalizada a la edad de 11 meses, porque presentaba un retraso en su desarrollo psicomotor: por sí sola no podía mantenerse sentada; aunque estaba gordita, tenía la talla de una niña de seis meses y su curva de crecimiento se situaba por debajo de la media. No se había encontrado ninguna causa médica, pero se sabía de la precaria situación económica de sus padres. Mientras permaneció hospitalizada, creció mucho más deprisa e hizo rápidas adquisiciones psicomotrices: cuando salió del hospital sólo presentaba ya un leve retraso con respecto a los demás niños.

La reversibilidad de estos síntomas al cambiar de ambiente evidenció la amplitud —hasta entonces desconocida— de las carencias y del estrés crónico que padecía la niña en su entorno familiar y que le impedían desarrollarse. Acogida después por una familia acomodada, Inés alcanzó la talla y el peso normales y su comportamiento y sus adquisiciones psicomotrices no cesaron de mejorar. Sin embargo, a los siete años de edad sigue siendo muy frágil psicológicamente, sujeta a accesos de cólera o de agresividad, a angustias y a perturbaciones de la atención. Ha necesitado algún refuerzo en su etapa de instrucción materna. Es muy dudoso que pueda seguir una escolaridad normal.

Otro caso: Vicente y Esteban, gemelos, desde que nacieron vivían en su familia, la cual había de afrontar grandes dificultades sociales. Ambos pequeños se

1. LAS REDES NEURONALES se van depurando a medida que el niño crece. La eliminación de ciertas sinapsis origina unas redes más robustas por las que circula de modo privilegiado la información (a). Para que se verifique esta poda, se necesitan estímulos sensoriales y afectivos. En los niños privados de estímulos cognitivos es insuficiente la poda de sinapsis (b). Estos niños sufren un desarrollo cerebral anómalo.

iban desarrollando allí con regularidad, aunque Vicente muy por debajo de la media de crecimiento, y Esteban algo por debajo de la misma. A los seis años se les escolarizó en una institución especial.

Capacidad de reparación

A sus ocho años, solicitándolo la madre, se les confió a una familia de acogida. Allí se aceleró mucho su crecimiento, sin ningún cambio de régimen alimentario: Vicente alcanzó la talla media de los niños de su edad, y Esteban superó esa media. Sus cocientes intelectuales progresaron, pero no tanto como para abrirles las puertas de una escolaridad normal. De establecimiento especializado en establecimiento especializado, a la edad de 16 años abandonaron la escuela. Llegados al umbral de la mayoría de edad, ambos jóvenes empezaban a formar parte de la pequeña delincuencia.

Así pues, aun siendo importantes sus capacidades de reparación corporal, los niños que en la primera infancia han sufrido carencias están sujetos a trastornos en la adquisición del lenguaje oral y escrito, hallan dificultades escolares desde la fase de instrucción materna y en la primaria (necesitan refuerzo y que les pongan en clases poco numerosas o en instituciones especiales) incluso después de haber alcanzado una talla y un peso normales. Cuando se añaden a ello trastornos conductuales (accesos de cólera, ansiedad o autoagresividad), compréndese que en su edad adulta les resulte problemática la inserción socioprofesional.

¿Qué efectos fisiológicos tienen sobre el desarrollo del cerebro estímulos sensoriales, motores y afectivos precoces? A finales de los años sesenta, George Powell comprobó que los niños privados de estímulos afectivos interrumpían o reducían la secreción de hormona del crecimiento. Conservaban la capacidad, puesto que basta con separarles de aquel ambiente para que la secreción se normalice: crecen entonces de un modo acelerado y alcanzan rápidamente la talla nor-

mal. ¿Por qué en aquellas condiciones se bloquea la secreción de dicha hormona?

En 1982, Alain Guilhaume hizo notar que en esos niños no se dan ya las fases del sueño lento profundo; su descanso reparador se ve entrecortado por sueños frecuentes. En cambio, cuando se les separa de su entorno carencial, reaparece a los pocos días en ellos el sueño profundo (como se sabe, el sueño reparador está constituido por fases de sueño lento, en el que se registran ondas cerebrales lentas, y fases de sueño paradójico, en que es intensa la actividad cerebral). Puesto que la hormona del crecimiento se segrega durante las fases de sueño lento, uno se siente tentado a decir que para crecer bien hay que dormir bien.

Catalina conoció un desarrollo totalmente diferente en el curso de sendas hospitalizaciones, la primera a sus 13 meses y la segunda a los 15. El servicio hospitalario y el equipo asistencial que la atendió fueron, pues, los mismos. La aportación nutricional fue las dos veces idéntica; pero varió la calidad de la acogida. En efecto, la primera hospitalización tuvo por fin examinarla para descubrir el motivo de su retraso en el crecimiento. No se encontró ninguna patología responsable de su poco peso y menguada talla. Luego, queriendo comprobar la hipótesis de una causa psicosocial, propusimos a su familia una segunda hospitalización.

Sus padres, salidos ellos mismos de la Dirección de Asuntos Sanitarios y Sociales (DASS), vivían en situación difícil. Durante esta segunda hospitalización, el personal cuidador se esforzó por responder a las necesidades psíquicas de la pequeña. El aumento de peso de Catalina se aceleró. En la sección en que ha sido atendida después, ha engordado y crecido, y su perímetro craneano ha aumentado. El historial de la niña ilustra cuán importante es para el desarrollo dar una respuesta adecuada a las necesidades emocionales. A menudo se pasa por alto un diagnóstico de la privación de afecto.

Poda sináptica

¿Por qué algunos niños, que recuperan una talla normal gracias a un trato ade-

cuado, sufren a veces secuelas psicológicas e intelectuales irreversibles?

A lo largo del primer año de vida, el cerebro se va desarrollando a través de varias fases cuya sucesión se halla finalmente regulada. En la corteza cerebral, las neuronas crecen y se ramifican. Se forma un número ingente de sinapsis que enlazan unas neuronas con otras. Tras un crecimiento rápido, el número máximo de sinapsis se alcanza hacia la edad de ocho meses en el córtex visual y un poco más tarde en el córtex frontal.

Comienza luego una fase de eliminación de sinapsis: un 40 % de las sinapsis se descartan a los 11 meses en el córtex visual y luego en las demás zonas. Esta poda suprime las sinapsis no utilizadas: sólo se conservan los circuitos neuronales empleados a medida que van mejorando la visión del niño, su reconocimiento de los sonidos y su ejecución de los movimientos. Si durante este período de crecimiento (y de rápida merma del número de sinapsis) sobreviene una enfermedad, se corre el riesgo de que las interconexiones se establezcan incorrectamente; las consecuencias patológicas de ello pueden ser irreversibles.

Ahora bien, en esa circuitería influyen la nutrición, los estímulos, las vivencias psicológicas y las experiencias afectivas. A las crías de rata un entorno rico en sonidos, luces, juegos y otros estímulos sensoriales, les supone un aumento del espesor de la corteza cerebral (si se lo compara con el de ratas que se han desarrollado aisladas y privadas de estímulos). Refleja el efecto de una circuitería reforzada.

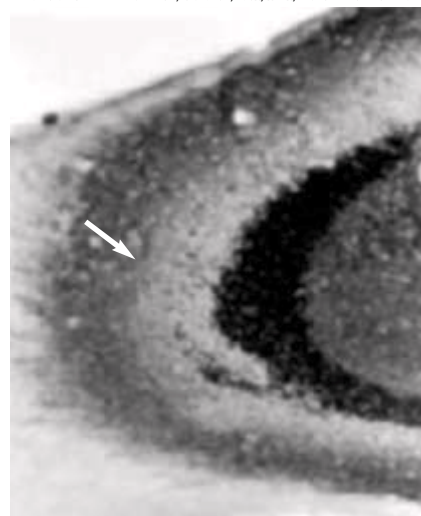
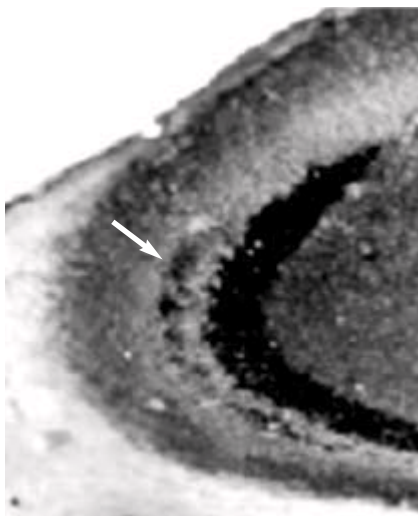
En el hombre, las restricciones del crecimiento cerebral observadas en las carencias precoces se explican probablemente así. Y, a la inversa, el crecimiento del cerebro de un lactante desasistido se acelera justo después de un cambio del entorno. Es lo que sucedió con Catalina: cuando cambió su ambiente afectivo, su perímetro craneano aumentó hasta el punto de rebasar la media de las niñas de su edad.

La visión de los bebés se desarrolla de manera análoga. Para adquirir una visión normal, no basta con que tengan un sistema visual, una retina y un cerebro normales. Deben recibir estímulos visuales desde el comienzo de su vida. Torsten Wiesel y David Hubel, laureados en 1963 con el premio Nobel, demostraron que si a un gatito recién nacido se le tapaba un ojo durante algunas semanas, el animal no adquiría ya nunca el uso de ese ojo. Igualmente, un bebé que nazca con un obstáculo ante su retina, por ejemplo con un párpado caído (ptosis) o con una opacidad del cristalino (catarata congénita), o también un bebé que no utilice un ojo porque éste se le tuerce (estrabismo congénito), corre el riesgo de tener alterada la función visual si no se le trata a tiempo.

Durante este período crítico, la estimulación visual no basta por sí sola para que se adquiera la visión correcta. Los experimentos con animales han demostrado que, si los estímulos visuales acontecen bajo anestesia, no se adquiere la visión binocular. Sin embargo, en esas condiciones, las neuronas del córtex siguen siendo sensibles a los estímulos visuales, mas, para que la visión sea normal, se requiere también que el animal note que ve y utilice su visión.

Quizás intervenga ese mecanismo en los trastornos de la función visual estudiados por Spitz en 1945 y por Burton White, del Centro de educación parental de Massachusetts, en 1971, y que nosotros mismos hemos observado en pacientes privados de incentivación externa: un retraso del seguimiento ocular (los ojos no siguen bien un blanco que se mueve), un estrabismo.

Jean Decety, de la Universidad de Seattle, ha mostrado el especial atractivo de los bebés humanos hacia sus semejantes: entre dos imágenes, un recién nacido mirará antes a un rostro estilizado que a la representación de un objeto. A los pocos días de vida, detecta las emociones expresadas por un rostro humano y



R. HUOT / BRAIN RESEARCH, VOL. 950, P. 52, 2002, ELSEVIER PUBLICATIONS

2. EL ESTRES DEGRADA el cerebro de las crías de rata separadas de su madre. Disminuye el número de sinapsis creadas durante la primera fase de sinaptogénesis original. A la derecha, una rata adulta que al poco de nacer sufrió un estrés presenta un déficit de sinapsis (flecha).

reacciona ante ellas. Así, los lactantes dejados de lado, por los que nadie o casi nadie se interesa o a los que nadie habla, reciben menos estímulos y pierden su motivación para los contactos interindividuales. Esto explicaría que su visión se desarrolle insuficientemente y que a la edad de aprender a leer él se encuentre con dificultades para el lenguaje escrito, que requiere la visión.

Fortalecimiento del cerebro

Durante el primer año de la vida ocurren eventos decisivos para la adquisición de la audición. Desde que nacen, los bebés perciben las diferencias entre los fonemas de la lengua, sea ésta la que fuere. Un bebé japonés distingue, como los adultos españoles, la diferencia entre /la/ y /ra/, mientras que los adultos japoneses no la perciben. A partir de los seis meses de edad, el bebé pierde esta capacidad general de distinguir todos los fonemas. Se vuelve “sordo” a los fonemas que su entorno no utiliza, y atiende sólo a los que le sirven para acceder al sentido de palabras y, después, al lenguaje. Es porque se le habla en una lengua —su lengua materna— por lo que el bebé tiene más tarde acceso al lengua-

je. Esta adquisición supone que se han estabilizado ciertos circuitos neuronales en detrimento de otros, lo que se ha producido mediante “la poda de sinapsis”.

Si al bebé no se le estimula ni se le motiva, aparecen a una edad más avanzada trastornos en el desarrollo del lenguaje oral y, más tarde, en el del lenguaje escrito, o, más ampliamente, a la hora de los distintos aprendizajes.

Un estrés vivido en la infancia (por ejemplo, una notable carencia afectiva) perturba el desarrollo del cerebro. A las ratas recién nacidas les altera la estructura fina del hipocampo, zona cerebral determinante en la adquisición de la memoria y del comportamiento. El estrés neonatal causa trastornos del aprendizaje que se manifiestan luego en la rata adulta. Aminorar la concentración de ciertos receptores cerebrales, como los receptores del neurotransmisor GABA, que inhibe la transmisión de las señales cerebrales. En esos animales, las crías amamantadas durante la primera semana por una madre poco atenta soportan peor el estrés en la edad adulta y son más medrosas que las criadas por una madre mimosa. En el ser humano se ha observado que el estrés postraumático (por ejemplo, subsecuente

a violencia o abuso sexual), así como el estrés precoz vinculado a una situación familiar difícil, perturban el desarrollo de las mismas zonas cerebrales.

Así pues, los datos aportados por la neurología y por la psicología convergen para evidenciar el papel determinante que los estímulos sensoriales y motores y el clima afectivo del primer año de vida desempeñan en el desarrollo armonioso de los bebés. Hay carencias cuyos efectos aparecen más tardíamente o que son de duración más breve; algunas de sus formas son más engañosas y más difíciles de descubrir que las que hemos descrito aquí.

ANNE ROUBERGUE es neuropediatra en el Hospital Armand Trousseau de París.

Bibliografía complementaria

NEONATAL MATERNAL SEPARATION REDUCES HIPPOCAMPAL MOSSY FIBER DENSITY IN ADULT LONG EVANS RATS. R. Huot et al. en *Brain Research*, vol. 950, pág. 52; 2002.

BLANCHE-NEIGE, LES SEPT NAINS ET...AUTRES MALTRAITANCES. D. Rapoport y A. Roubergue-Schlumberger. Belin; París, 2003.

Neuromárketing

Marcas, anuncios publicitarios y conductas consumistas son ahora objeto de investigación neurocientífica

Emociones, recuerdos e instintos desempeñan una función determinante, cuando las personas se convierten en compradores. Sólo en parte tienen algo que ver con consideraciones racionales, como la relación calidad/precio. Por eso, a los economistas, con su modelo del *Homo oeconomicus* que calcula fríamente costos y beneficios, les resulta difícil explicar nuestra actitud consumista. Incluso los psicólogos sólo pueden, muchas veces, conjeturar qué pasa en el fondo del consumidor: por qué motivos compramos un producto o por qué nos gusta más un anuncio que otros.

Pero posiblemente los neurólogos estarán pronto en condiciones de dar cumplida respuesta a estas cuestiones, pues han descubierto que la materia gris de los consumidores constituye un interesante tema de estudio. Han empezado a averiguar, con técnicas de formación de imágenes y con ingeniosos experimentos neuropsicológicos, qué pasa exacta-

mente en las cabezas de clientes y compradores. Investigan, por ejemplo, cómo cambian las corrientes cerebrales cuando alguien toma un sorbo de su limonada preferida, o qué regiones cerebrales reaccionan a un determinado anuncio.

Esta nueva rama de la neurología se llama neuromárketing. Recurre a los métodos empleados en la investigación del cerebro en temas del mundo del consumo y de la publicidad. Y atrae cada vez a más científicos. Ya han aparecido los primeros resultados, que nos hablan de qué pasa, por citar un caso, en el cerebro de un fanático de coches, cuando contempla un modelo aerodinámico de carreras.

La seducción del deportivo

Henrik Walter, psiquiatra del Policlínico de la Universidad de Ulm, investigó la repercusión de distintos modelos de automóviles en las neuronas. En una sucesión aleatoria, les mostró a doce jóvenes adictos 22 fotos, en blanco y negro, de coches

deportivos, limusinas y minicoches. Simultáneamente grababa, valiéndose de un tomógrafo de resonancia magnética, su actividad cerebral. Para provocar un proceso cognitivo de valoración, los participantes debían otorgar a cada imagen una calificación de su grado de atracción con una cifra, de uno a cinco.

No ha de sorprender que los coches deportivos recibieran las notas más altas. Pero lo más interesante lo reveló el escáner del ordenador: cuando los participantes contemplaban fotos de bólidos elegantes y raudos, se detectaba, en una estructura cerebral concreta (el *nucleus accumbens*), una actividad notablemente mayor que ante la visión de un minicoche o de una limusina. Esta minúscula región, “en realidad sólo una zona marginal de una región marginal”, forma parte del sistema límbico y se la tiene por el centro de gratificación. Las células nerviosas de esa región se activan por la dopamina, un neurotransmisor

que, a su vez, lleva a la liberación de los opiáceos endógenos, es decir, sustancias que se relacionan con las sensaciones de placer y bienestar.

Por lo general, esta región cerebral se activa preferentemente por estímulos importantes para la supervivencia; así, los estímulos sexuales o los alimentos. Ahora bien, ni el más convencido entusiasta de los coches deportivos sostenría que un Porsche o un Ferrari tiene una relevancia vital. ¿Por qué, pues, la vista de estos vehículos dispara, sin embargo, la descarga de dopamina? Ciertamente es que un coche deportivo no reporta ningún beneficio directo —arguye el investigador de Ulm—, pero sí uno indirecto: “Un bólido produce un efecto análogo al de la ostentosa cola de un pavo real. Este tampoco obtiene de ello ninguna ventaja directa para la supervivencia, pero da a conocer a los competidores y a las hembras de su especie: ¡Mirad, soy tan fuerte y tengo tanto éxito que puedo permitirme invertir en un lujo tan inútil como éste!”.

Salta a la vista que un Bugatti es más adecuado para un propenso a pavonearse que un sencillo Panda. Mas, ¿qué pasa con vehículos de gamas parecidas? ¿En qué medida un deportivo de la casa Mercedes puede, por ejemplo, activar más el centro de placer de un aficionado a los coches que otro de la competencia, un BMW? “Hoy aún no podemos investigar qué efecto producen vehículos distintos de un mismo tipo”, dice Walter. Pequeñas diferencias de este calibre en las actividades cerebrales no se dejan establecer con los instrumentos actuales; o al menos, no todavía.

Quizás en los próximos años mejorará notablemente la precisión de las técnicas de formación de imágenes y el conocimiento para su adecuada interpretación. En un futuro, podríamos estudiar, con las neurociencias, versiones diferentes de un mismo coche. “Los ingenieros —pronostica Walter— podrían comprobar sistemáticamente después qué cambios en el diseño de un mismo modelo tienen mayor repercusión en el cerebro.”

Al igual que Walter, la mayoría de los investigadores en neuromarketing utilizan en sus tests la tomografía funcional de resonancia magnética (TRMf), que suministra imágenes en color de las actividades metabólicas del cerebro. A diferencia de la simple tomografía de resonancia magnética (TRM), que se emplea en el diagnóstico de tumores cerebrales o en angienfraxias (obliteración vascular), la variante funcional capta en qué zona del cerebro domina cuánta actividad y

cómo se modifica ésta, cuando alguien prueba un detergente nuevo o contempla un cartel publicitario en la parada del autobús, por mencionar dos ejemplos.

Read Montague, neurólogo del Colegio de Medicina Baylor en Houston, aplicó la misma técnica para hacer visible el efecto neuronal de las marcas. Para ello, eligió un clásico duelo de marcas. Desde los años setenta los expertos en marketing se sorprenden de que Coca-Cola sea la bebida cafeinada más vendida del mundo, aunque, en las catas a ciegas, suele preferirse su competidor Pepsi.

Pura cuestión de gustos

Montague invitó, el verano de 2003, a cuarenta voluntarios para un test singular. Mientras los sujetos yacían en un tomógrafo de resonancia magnética, que medía sus actividades cerebrales, recibían, por medio de una especie de biberón, una tras otra 35 pequeñas dosis de bebidas coladas. No se les revelaba la marca. Llegó al siguiente resultado: Pepsi provocaba una reacción notablemente más activa en el “putamen ventral”, una zona del cerebro a la que se considera la sede de los sentimientos de satisfacción. Este resultado se daba con independencia de cuál fuera la marca que los voluntarios habían indicado que preferían.

Montague repitió después el test, con una pequeña variación: antes de suministrar algunas dosis les informaba que eran de Coca-Cola. Inmediatamente casi todos los sujetos señalaban que éstas les gustaban más. El escáner del ordenador mostraba qué se esconde tras el cambio de preferencia: en los casos de las dosis etiquetadas como de Coca-Cola se dispara, además del centro de satisfacción del putamen, el córtex prefrontal medio. Se sabe de esta área cerebral que guarda relación con los complejos procesos del pensamiento y del juicio. “La mera noticia de que se trataba de Coca-Cola —dice Montague— llevaba a un cambio básico de la actividad cerebral.” Al parecer, los participantes habrían incorporado en su voto recuerdos, asociaciones y otras impresiones distintas de las gustativas. Este influjo habría sido tan fuerte, que terminaba por dominar las señales de los nervios gustativos. Por el contrario, en los casos en que las catas se identificaban como de Pepsi-Cola, no se daba ninguna reacción en el córtex prefrontal medio.

Coca-Cola es una marca potente y los coches deportivos fomentan la vanidad: lo sabemos hace tiempo. ¿A qué viene, pues, esa costosa investigación neuronal? Los resultados no son nuevos, admiten los estudiosos, pero sí la posibilidad



1. PODER DE LA MARCA. La mayoría elige Pepsi en las pruebas a ciegas, pero prefieren beber el producto de la competencia, Coca-Cola.

de examinarlos objetivamente y, de ese modo, hacer patentes los mecanismos operativos entre estímulos y reacciones. A este respecto, los procedimientos neurocientíficos aventajan, en algunos aspectos, a otros métodos. Si los usuarios prefieren uno u otro producto y por qué, lo han intentado averiguar hasta ahora las empresas con instrumentos tradicionales de estudios de marketing: cuestionarios estándar, entrevistas individuales con preguntas directas y debates en el seno de un grupo de potenciales compradores. El problema reside en que estos métodos presuponen que las personas expresan sus motivos con palabras. Pero no todo entusiasta de “Cola” es consciente de lo que le empuja a su marca preferida; y no todo entusiasta de los Porsche se manifiesta voluntariamente como un pavo hinchado de vanidad. Pero los métodos de las neurociencias, que aplican técnicas de formación de imágenes, funcionan sin introspección y visualizan también esos recuerdos, asociaciones o emociones, que los sujetos del test no pueden o no quieren desvelar.

Así sucede, por ejemplo, con las causas de la conducta gregaria de los consumidores. Gregory S. Berns, de la Universidad Emory de Atlanta, solicitó a treinta probandos que compararan pares de figuras abstractas tridimensionales y decidieran si eran iguales o diferentes. Simultáneamente les presentaba las respuestas (unas correctas, otras erróneas) de diversos participantes.

Se impone la presión del grupo

Las imágenes de los escáneres del ordenador extraídas durante los tests mostraban que, en los grupos, vuelve a tomar el timón el córtex prefrontal, sede del pen-



ZIFA

2. DEPOSITOS DE DOPAMINA. La vista de este bólido de competición suele transportar a nuestro centro de satisfacción a las carreras más sonadas.

samiento y de la decisión. En los sujetos del experimento que confiaban más en la opinión de la mayoría que en la percepción propia era superior la actividad en el lóbulo parietal del cerebro, donde éste suele procesar las imágenes vistas.

El equipo dirigido por Richard Silberstein, del Instituto de Neurología de la Universidad Politécnica de Melbourne, investigó por qué algunos anuncios se fijan más en la memoria que otros. Los científicos mostraron a un grupo de mujeres un documental televisivo que se interrumpía varias veces con publicidad. Durante el transcurso del experimento, grabaron la actividad electromagnética de las voluntarias. Una semana más tarde, un test de memoria mostró que las mujeres podían evocar mejor aquellas escenas en las que se había producido una rápida fulguración de la actividad eléctrica en el hemisferio cerebral frontal izquierdo.

Es fácil reconocer la relevancia práctica de estos resultados. A tenor del procedimiento desarrollado en Australia, los estrategias publicitarios pueden, por ejemplo, controlar si los spots programados pueden hacer aparecer en los espectadores estas reacciones cerebrales en el hemisferio izquierdo. “Si se observa esta reacción —anota Silberstein— cabe presuponer que la escena alcanzará incluso la memoria a largo plazo.”

En todo caso, el interés de la economía por el neuromarketing crece. Henrik Walter subraya, cauto, que son muchos los que sobrevaloran las posibilidades. Depende, sobre todo, del alto poder sugestivo de las técnicas de formación de imágenes. Los mapas de actividad, que resultan de una tomografía computarizada, no reproducen los sucesos reales que acontecen en el cerebro. Se trata más bien de elaboraciones estadísticas, cuya fuerza expresiva depende también del nivel de significancia elegido.

En la cabeza no hay un centro comercial

Gerald Zaltman, economista de la Universidad de Harvard, avisa de otro peligro: el difundido malentendido de que se pueden identificar áreas cerebrales específicas que reaccionan unívoca y exclusivamente a estímulos determinados. “La idea de que hay en la cabeza un peculiar punto de compra o un centro comercial puede ser seductora desde un punto de vista de marketing —dice Zaltman—, pero es tan falsa como la tesis de la frenología, según la cual se pueden deducir, por la forma del cráneo, determinadas predisposiciones anímicas de una persona.”

Para esclarecer del todo acciones como la contemplación de un anuncio publicitario o el placer de comerse una tableta

de chocolate, han de concurrir muchas regiones cerebrales distintas, sobre cuya conexión la investigación se halla en precario. La neurología no producirá ninguna revolución del mundo del marketing. Sí le dará, en cambio, impulsos importantes. Henrik Walter pronostica que, en pocos años, las técnicas de formación de imágenes entrarán en el repertorio estándar de los estrategias del marketing. Los productos o los anuncios publicitarios futuros podrían, pues, ser contrastados no sólo con procedimientos de economía empresarial y de psicología, sino también con los de la neurología. Tendría también consecuencias positivas para los consumidores, subraya Silverstein. “Si las empresas están en situación de descubrir lo que mueve internamente a los clientes (qué color o forma prefieren, qué anuncio produce una reacción de rechazo), pueden ofrecer productos que satisfagan a las personas.”

ANNETTE SCHÄFER es doctora en economía

Bibliografía complementaria

BRAIN-IMAGING OF VISUAL SCENE ENCODING IN LONG-TERM MEMORY FOR TV COMMERCIALS. J. Rossiter et al. en *Journal of Advertising Research*, págs.13-21; marzo / abril, 2001.

CULTURAL OBJECTS MODULATE REWARD CIRCUITY. H. Walter et al. en *NeuroReport* vol. 13, n.º 18, págs. 2499-2503; 2002.

HOW CUSTOMERS THINK-ESSENTIAL INSIGHTS INTO THE MIND OF THE MARKET. G. Zaltman. Harvard Business School Press; Boston, 2003.

Educación protectora

Los niños deben ser independientes, curiosos y activos. Sin embargo, con los métodos educativos al uso se consigue el efecto contrario. Pero hay otra pedagogía

¿Cómo puedo impedir que mis hijos acaben en la adicción o se comporten agresivamente? Ante esa inquietud extendida, los expertos responden con la misma receta: educarlos desde muy pronto para que sean

independientes y activos. Por desgracia, la investigación reciente revela que muchos padres siguen el camino equivocado para conseguir este objetivo. Intentan incentivar al niño, desde pequeño, para que vaya alcanzando las diferentes eta-

pas de su desarrollo, etapas que debe ir dejando atrás cuanto antes.

La práctica comienza tras el mismo parto. Los progenitores dan de comer al niño siguiendo un plan y lo acuestan a una hora determinada. No es infrecuente

que esté pautado incluso el momento de comunicarse con él, jugar o hacerle mimos. Se pretende que un ritmo impuesto desde fuera transmita al retoño estructuras útiles y fiables que le ayuden a orientarse; eso o consejos parecidos podemos leerlos en muchos libros destinados a los padres.

Más adelante, le ofrecerán al pequeño juguetes educativos adecuados y ejercicios para fomentar de modo preciso su desarrollo verbal, motor y cognitivo. Intentan evitar los típicos rodeos, callejones sin salida y errores de los niños, pues los consideran sólo una desviación del programa de aprendizaje. El niño debe estar en condiciones lo más pronto posible de tranquilizarse, ocuparse y vestirse solo. Una temprana independencia viene a ser el mejor modo de prevenir que en el futuro necesite demasiado contacto y dependa en exceso de los demás.

Por desgracia este método parece tener poco éxito. Actualmente los niños, y sobre todo los adolescentes, acusan con harta frecuencia justo los rasgos que esta forma de educación se propone evitar: son pasivos, cuesta motivarlos, carecen de ideas y, sobre todo, no están en condiciones de planificar y organizar por su cuenta. (Tal es el eterno lamento de educadores y profesores.) Por lo general, los niños y adolescentes aguardan a que les impongan estructuras desde fuera. Sólo quieren consumir y esperar encontrar, en los adultos, los auténticos animadores, alentadores, espíritus creativos, productores de ideas o gallinas de los huevos de oro. Sólo con tal “chispa” arrancan y pueden volverse ellos mismos activos.

Resulta, pues, obvio que las cosas deben cambiar. En ese sentido apuntan los resultados de ciertos estudios recientes, que configuran un nuevo planteamiento coherente con la independencia y curiosidad deseadas. Se trata de la “educación protectora”. Esta tiene en cuenta, además de las ideas pedagógicas arraigadas en nuestra cultura, la confianza que los niños depositan innatamente y que han desarrollado a lo largo de la evolución. Los educadores ya no pretenden, ante todo, que el niño se independice en una fase temprana, sino que intentan transmitirle la importancia de la solidaridad, la interacción y el diálogo.

El eje y centro de gravedad de la educación protectora es un vínculo seguro del niño con al menos una persona de referencia con la que puede contar siempre, que se ocupe de él con delicadeza y cariño, lo más importante quizá para un niño. Esta persona puede ser la madre, aunque no necesariamente.

Evolución del comportamiento protector

Cuanto más ha evolucionado una especie animal, más protegen por lo general las madres o padres a sus crías en



IFA/BERNSTEIN / REINHARD

caso de peligro. En consecuencia, cambia también el comportamiento de los animales jóvenes que adaptan su desarrollo: la cría de los primates, al cercarse un peligro, no huye lo más lejos posible del estímulo que provoca el miedo, sino que trata únicamente de llegar cuanto antes a sus padres, su refugio seguro. En su cerebro está grabada la perspectiva de encontrar ahí la protección eficaz y la tranquilidad ante su inquietud. Esto ha permitido que se desarrollen las conductas relacionadas con la vinculación: buscar y entrar en contacto con los progenitores, protestar al perder el contacto y emitir señales de abandono.

¿Cómo se crea un vínculo tan estrecho? Según diferentes estudios, radica sobre todo en una unión intensa en los primeros meses de vida entre la persona de referencia y el niño, y en evitar frecuentes separaciones. En lo posible la madre debería amamantar al niño y llevarlo de vez en cuando junto a su cuerpo. Además, los expertos recomiendan que el bebé duerma en el dormitorio de los padres y que lo calmen rápidamente siempre que lllore.

El lazo emocional con sus padres constituye la primera relación a la que se entrega un niño. Estas tempranas experiencias determinan en gran medida cómo va a percibir y desarrollar sus futuras relaciones. Si un niño nota que sus señales de bienestar o males son atendidas y respondidas, comienza a confiar en que no está solo en la vida. Se considera que esta certeza protege ampliamente de un miedo excesivo y de sentimientos de desamparo y abandono.

Un estrecho vínculo no sólo transmite al niño proximidad y seguridad; también es la base para comenzar a descubrir su entorno por propia iniciativa. Mientras que hasta los nueve meses aproximadamente es, sobre todo, la delicadeza de la persona de referencia lo que influye en el desarrollo del niño, toma luego éste la iniciativa. Señala objetos o los levanta para llamar hacia ellos la atención del educador.

Por medio de esta “atención compartida”, el niño persigue dos objetivos: quiere sentirse unido al educador y quiere recibir respuestas satisfactorias a sus

preguntas. Con sus colaboradores del Instituto Max Planck de Antropología Evolucionista de Leipzig, Michael Tomasello, experto en desarrollo, ha observado que el niño no separa estos dos aspectos, sino que los procesos cognitivos están íntimamente ligados a los sentimientos. Para fomentar las facultades intelectuales se necesita, por tanto, el contacto emocional con la persona de referencia.

Los científicos de Leipzig han observado que un niño aprende más rápido y por más tiempo una palabra, por ejemplo “pelota”, si a su lado está la persona de referencia y exclama entusiasmada: “¡Mira, una pelota!”. Entonces el niño intenta a su vez entrar en contacto con el adulto sirviéndose del objeto ahora portador de emociones, llevándole la pelota.

La otra cara de la moneda es trágica: los padres y las madres que viven solos, sin pareja, con frecuentes depresiones, a menudo no pueden ocuparse emocionalmente de sus hijos. Dejan puesta la televisión o la radio todo el día. No es raro que sus hijos sigan sin decir una palabra a los tres años, aunque no pasan un minuto en silencio: sin dedicación emocional no aprenden nada.

Por el contrario, si las iniciativas impregnadas de emotividad del niño se combinan adecuadamente con la reacción atenta de la persona de referencia, aquél no sólo aprende muy rápido, sino que además disfruta en ello. Los métodos educativos establecidos arruinan en cambio estas ganas de aprender activamente: imponen a los niños en sus

primeros años de vida todos los impulsos desde fuera, en vez de reaccionar a sus iniciativas. No debe, pues, sorprendernos que más adelante la nueva generación no sea capaz de automotivarse.

Con la doble estrategia de un vínculo estable y una atención compartida, la educación protectora no sólo procura una proximidad emocional, sino también la necesaria libertad de acción para experimentar y probar nuevas estrategias. Los niños aprenden que

hay diferentes caminos para conseguir algo; que son ellos mismos quienes pueden decidir y elegir. Así se allana el camino hacia la independencia y la propia iniciativa, lo que constituye la mejor protección para evitar una huida hacia la angustia, la violencia o la adicción.

GABRIELE HAUG-SCHNABEL, etóloga, enseña en la Universidad de Friburgo.

Bibliografía complementaria

IST ERZIEHUNG SINNLICH? DIE OHNMACHT DER ELTERN. J. R. Harris. Rowohlt; Reinbek, 2000.

VERHALTENSBIOLOGIE DES KINDES. B. Hassenstein. Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg, 2001.

WIE MAN KINDER STARK MACHT. SO KÖNNEN SIE IHR KIND ERFOLGREICH SCHÜTZEN - VON DER FLUCHT IN ANGST, GEWALT UND SUCHT. G. Haug-Schnabel, B. Schmid-Steinbrunner. OberteBrink; Ratingen, 2002.

Las raíces del miedo

Los núcleos amigdalinos

Joseph LeDoux nos abre de par en par su laboratorio de La Universidad de Nueva York, auténtico corazón de la investigación neuropsicológica sobre el miedo. La estancia recuerda las instalaciones de control de un complejo presidario. En su parte frontal se proyectan películas de vídeo con jaulas en cuyo interior hay ratas blancas. Pero estos roedores no son culpables de ningún delito; están aquí sólo para aprender el miedo. A la izquierda, sobre una mesa metálica, se amontonan cajas de plástico llenas de virutas, enfrente de las cuales se levanta un armario cromado, repleto de aparatos de medición, amperímetros y un ordenador. En la pantalla de este último, un reloj digital va descontando segundos: marca el

momento en que se puede oír el próximo sonido provocado.

Las cámaras controlan un experimento clásico del condicionamiento del miedo, que se desarrolla en la caja metálica insonorizada. Una vez comenzada la cuenta atrás, luego de un breve intervalo temporal y después de cada tono, se aplica una corriente eléctrica al suelo enrejado: las ratas sufren un choque eléctrico doloroso; permanecen rígidas un instante, para de inmediato seguir correteando de un lado a otro. Al cabo de unas pocas repeticiones, basta con que suene el tono para que cunda el miedo entre los animales. Pero tienen una vía de escape: si los roedores pasan de una mitad de la jaula a la otra antes de quince segundos después de oír la señal, no se produce la descarga eléctrica. En esta estrategia activa de superación, así se llama, se registra la rapidez con la que las ratas aprenden dicha alternativa. Terminado el entrenamiento, otra tanda de ratas inicia el ensayo.

LeDoux empezó esta línea de investigación en los años ochenta, cuando todavía nadie sabía por qué, ante una amenaza potencial, nuestro corazón late más deprisa, sudamos, los pulmones no admiten más oxígeno y las glándulas suprarrenales segregan adrenalina. Todas estas reacciones corporales contribuyen a que el hombre se prepare para las dos opciones más a su alcance: el ataque o la huida.

1. JOSEPH LEDOUX, pionero de la investigación en el dominio de los sentimientos.

Valor ante el vacío

A fines de los setenta, cuando LeDoux preparaba su tesis doctoral en la Universidad estatal de Nueva York, se le despertó el interés por la biología de las emociones, de la que nadie se ocupaba. El mundo de los sentimientos se presentaba como un universo hartado borroso. El futuro estaba en la investigación de la cognición con el punto de gravedad en los modelos informáticos. LeDoux buscaba un espacio virgen. Lo buscó y lo encontró: el miedo. Es éste un objeto ideal para la investigación neurológica de las emociones, pues a diferencia del resto de los sentimientos el miedo se desencadena con facilidad. Basta con un ruido inesperado para que el cuerpo se ponga de inmediato en situación de alarma.

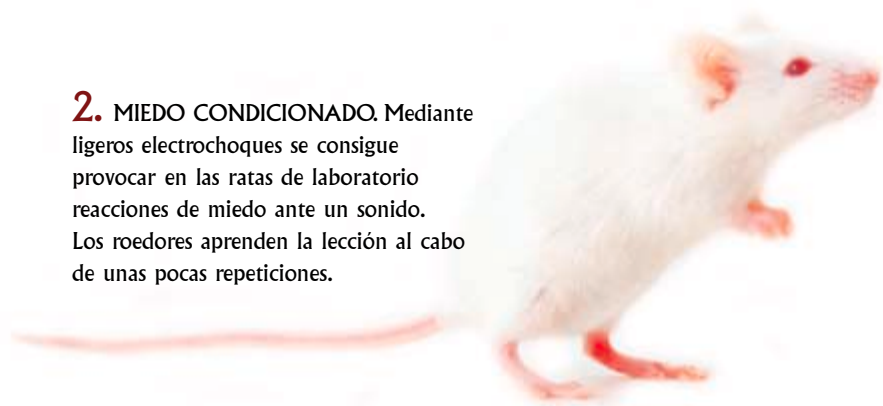
Continúa ahora investigando los mecanismos fundantes del fenómeno. Una vez que las ratas habían aprendido a sentir miedo ante las señales acústicas, les extirpaba el centro auditivo de la corteza cerebral. Basándose en que sólo esta área transforma los episodios acústicos en una percepción consciente, LeDoux presumía que los animales operados no volverían a reaccionar ante los estímulos de sonido. Pero nada más lejos de la realidad: su comportamiento no cambió en absoluto. Las ratas, ante la expectativa de la descarga eléctrica, se quedaban rígidas de miedo. Evidentemente seguían registrando los tonos acústicos. Y sólo desapareció la reacción ante el miedo cuando LeDoux destruyó los núcleos amigdalinos.

LeDoux había descubierto un circuito arcaico, fuera de la corteza, con el que las ratas pueden percibir el mundo. Para



JOSEPH LEDOUX

2. MIEDO CONDICIONADO. Mediante ligeros electrochoques se consigue provocar en las ratas de laboratorio reacciones de miedo ante un sonido. Los roedores aprenden la lección al cabo de unas pocas repeticiones.



justificar el alcance de su hallazgo, apela al desarrollo filogenético: desde la perspectiva de la evolución, este sistema sensorial es muy antiguo y debió de encerrar suma importancia para los vertebrados cuando la corteza cerebral no había aún adquirido plena conformación.

Los resultados de investigaciones recientes en el ámbito del sentido humano de la vista han confirmado las observaciones de LeDoux en sus experimentos con ratas. A Patrik Vuilleumier, de la Universidad de Ginebra, debemos una descripción de la forma en que la amígdala, ubicada en el fondo del lóbulo temporal medio, analiza autónomamente las percepciones visuales.

En su experimento presentaba a los probandos fotografías claras y difusas de rostros que observaban al espectador de forma en parte terrorífica, en parte inexpresiva. Durante esos momentos Vuilleumier seguía la actividad cerebral de los voluntarios mediante tomografías de resonancia magnética funcional. El resultado era sorprendente: ante expresiones amenazantes o irrelevantes se activaban las neuronas de la amígdala.

Recibimos simultáneamente impresiones ópticas borrosas y detalladas en la vida cotidiana. Por lo que parece, analizamos el entorno de forma paralela y en un doble plano: rápida e inconscientemente con los núcleos amigdalinos para sondear la situación, y más lentamente y de forma más consciente para explorar los detalles. LeDoux sospecha que se trata de un modelo de funcionamiento aplicable, en las ratas, a todos los sentidos: la amígdala va comprobando la totalidad de las percepciones sensoriales según las señales de peligro hasta desencadenar el sentimiento de alarma cuando existe un auténtico motivo de amenaza.

LeDoux se dedica al estudio del mecanismo interno de la amígdala y a investigar en qué medida esta área cerebral contribuye a la formación de una memoria emocional. Con ayuda de su equipo descubrió que la amígdala no es un montón homogéneo de células, sino que en su seno existen ámbitos delimitados:

centros o núcleos que trabajan muy conjuntos para desencadenar una reacción de miedo, amén de atender a diferentes tareas.

Memoria emocional

En el ensayo, la primera estación del condicionamiento del miedo es el núcleo lateral. Por aquí penetra la información sensorial de los oídos para distribuirse después por diferentes puntos, entre otros hacia el núcleo central, la parte de la amígdala que inicia a continuación la reacción corporal de miedo. El núcleo lateral establece también la relación entre una señal arbitraria (el sonido) y un estímulo desencadenante del miedo (la descarga eléctrica). Así se refuerzan los puntos de contacto entre las neuronas activadas, las sinapsis; en la red de células nerviosas queda grabada la relación entre sonido y miedo. Este mecanismo quizás explique, al menos en parte, que los contenidos de nuestra memoria vayan acompañados por nuestros sentimientos. Cuando refrescamos una vivencia, la amígdala la asocia a un significado e impregna de emoción ese recuerdo.

En el libro *La red de la personalidad* LeDoux presenta con carácter general la manera en que los recuerdos se codifican y revisten de sentimientos en virtud de las nuevas formaciones y la consolidación de las conexiones sinápticas entre las neuronas. Basándose en que nuestro pasado es el pilar fundamental de la identidad personal, de la conciencia del yo, percibe aquí la clave de la cuestión sobre el origen del yo. Este enfoque, declara, tiene la ventaja de que, con la perspectiva de las sinapsis, se le concede tanta influencia a los genes como al entorno. La identidad abarca no sólo un yo pensante, sino también el inconsciente.

Por observaciones de ciertos pacientes con lesiones en la amígdala se sabe del importante papel, en el comportamiento humano, de las emociones que emergen inconscientemente. Estos pacientes no sólo parecen muy fríos, sino que en muchas situaciones actúan de forma irreflexiva. Por ejemplo, en el

póquer los afectados juegan sin medir el riesgo de las apuestas. Aunque pueden captar racionalmente el peligro, no se arredran ni siquiera ante el riesgo de perder todas sus propiedades. Las personas sanas, por contra, se asustan y dejan la partida: un triunfo de la razón atribuible al núcleo amigdalino.

Pero las señales de alarma emocionales de la amígdala nos pueden también hacer la vida imposible. Tras las experiencias traumáticas del 11 de septiembre de 2001 muchos neoyorquinos se estremecen todavía cada vez que oyen un avión surcar los cielos de la ciudad. Basta sólo el ruido para despertar el miedo. Por la misma razón un gran número de afectados se sigue negando a entrar en un rascacielos. Nada más pensar en ello les entran sudores de miedo.

LeDoux, cuyo laboratorio se encuentra muy cerca del lugar de la tragedia, la zona cero, se propone ayudar a estas personas en su crítica situación. De nuevo sus experimentos con las ratas le marcan la pauta. Recuérdese que una rata se podía salvar de una descarga eléctrica pasando de una mitad de la jaula a la otra mitad. Y se puede condicionar esta estrategia activa de superación exactamente como el miedo.

Movimiento en lugar de rigidez

En el mecanismo del aprendizaje interviene un tercer engranaje, el núcleo basal. Compete al núcleo central aumentar el ritmo cardíaco y provocar sudores incontrolados; propio del núcleo basal es iniciar el movimiento ante un estímulo. LeDoux atribuye al núcleo lateral, el centro de conexión de la amígdala, la función de transmitir hacia el núcleo basal las señales que le van llegando, orillando la vía más larga al núcleo central. De ese modo, el miedo paralizante sería sustituido por una reacción liberadora de movimiento.

Ha comenzado a ensayar esa hipótesis terapéutica en la facultad de medicina de la Universidad de Nueva York. Hay niños con el síndrome de estrés post-traumático que se están entrenando en reaccionar con movimientos corporales a los recuerdos o situaciones desencadenantes del miedo. LeDoux les instruye para que transformen el impulso de terror en energía cinética, un modo de comportamiento que se va grabando poco a poco en la memoria gracias a estas repeticiones. Se espera que, con el tiempo, los niños traumatizados puedan configurar de una forma nueva su cerebro.

HUBERTUS BREUER

Sentido del tacto

La investigación del sentido del tacto está todavía en mantillas, aunque promete resultados de interés médico, por ejemplo, en lo referente a la anorexia nerviosa

Martin Grunwald

A primera hora de la mañana, el zumbido monótono del despertador entra, inmisericorde, en nuestra conciencia. Con los ojos aún cerrados, la mano palpa buscando la mesilla de noche. Los dedos se deslizan por encima del libro y las gafas dejadas sobre el mismo; rozan ligeramente el vaso de agua. Al fin, dan con el perturbador y, tras un breve tanteo, se le reduce al silencio con una presión atinada en el botón de paro. Aliviados, nos volvemos a dormir y no pensamos, ni en sueños, en lo que acabamos de hacer.

Apenas si reparamos en el sentido del tacto, que es esencial en toda acción y aprendizaje. ¿Quizá porque no es concebible una vida sin él? Una pérdida total de este sistema sensorial no proviene de la naturaleza; sin él nos resultaría harto improbable la supervivencia.

Queda mucho por conocer sobre las prestaciones del sentido del tacto, extraordinariamente complejas. En principio, se puede distinguir entre una recepción pasiva de información y otra activa. Se habla de una sensación táctil cuando los estímulos térmicos, de presión o dolor afectan a una zona del cuerpo inmóvil. Cuán importante sea esta estimulación pasiva ya en la primera infancia nos lo revelan las

investigaciones en animales: en cuanto se separaban los ratoncillos de sus madres, disminuía de inmediato la producción de hormonas del crecimiento, a no ser que el experimentador sustituyera el déficit de caricias maternas rozándolos con un pincel. Pero si falta del todo la estimulación táctil en un determinado intervalo temporal, no se desarrolla con normalidad ni el cuerpo ni el cerebro del múrdo.

Medicina amable

Hace años que estos conocimientos inspiraron a los médicos en Estados Unidos y Suecia ciertas terapias con los neonatos. Con suaves masajes por todo el cuerpo lograban que los neonatos segregaran menos hormonas de estrés, durmieran más tranquilos y aumentaran de peso. Se daba, además, por supuesto que los contactos precoces repercutían en la inteligencia posterior y, también, en las capacidades emocionales y sociales.

Al parecer, las sensaciones y las tiernas caricias están conectadas directamente unas con otras en nuestro cerebro. Los ligeros contactos con la piel estimulan las terminaciones nerviosas de las fibras C, que, según las más recientes investigaciones, se han formado antes del nacimiento. Los impulsos de estas fibras llegan, sin estaciones intermedias, al sistema límbico, un conjunto de regiones cerebrales que administran el mundo de las emociones.

En cambio, el tacto activo, la percepción táctil del entorno con las manos, pies o boca, nos posibilita elaborar una representación interna de los objetos. Son muchas las propiedades materiales y espaciales que no pueden captarse con sólo los ojos; por ejemplo, el peso de los objetos, su dureza, elasticidad o aspereza. En

CORBIS



1. LOS NIÑOS JUEGAN CON EL AGUA. Desde pequeños captamos el entorno no sólo con los ojos y los oídos, sino sobre todo a través del tacto.

cuanto los infantes empiezan a asir, se meten en la boca cuanto cae en sus manos, para “sacarle” todas las informaciones táctiles. Frenar este espíritu explorador resultaría contraproducente. Cuando un crío de dos años chapotea incansable en el agua, quizá no pretende otra cosa que, por medio de una constante acumulación de informaciones, reducir una contradicción palpable de sus experiencias sensoriales: ¿Qué puede ser esto? Se lo puede ver como cualquier otra cosa; percibir la resistencia a la mano plana, lo mismo que el frío o el calor. Pero tan pronto trata de aprehender el líquido, en la mano sólo quedan unas cuantas gotas.

Ahora bien, ¿cómo surgen estas tier-nas impresiones? Una red de sensores táctiles recorre todo nuestro cuerpo. Hasta ahora, los investigadores sólo han evaluado su número con poca exactitud. En conjunto serían entre seis y diez millones de sensores. Todavía no se conoce con profundidad suficiente dónde se hallan estos recolectores de información. Obviamente en la piel; abundan en las zonas erógenas y en el área bucal. Pero hemos de incluir dentro del sentido del tacto aquellos sensores que suministran información al cerebro sobre la posición y movimientos de las extremidades. Sin estos receptores sensoriales especializados, de articulaciones, tendones y husos musculares, nos hallaríamos indefensos y desorientados: no podríamos andar, ni mantenernos en pie ni coordinar las manos para asir algo.

En su conjunto, los receptores abarcan una amplia gama de construcciones diversas, que van desde las sencillas terminaciones nerviosas libres hasta los complicados sensores. A menudo, no podemos diferenciar entre sí sus funciones; muchas veces, son poco conocidas. Mencionaremos aquí sólo algunos ejemplos fascinantes. Los receptores mayores, que pueden llegar a medir cuatro milímetros de largo, son los corpúsculos de Pacini. Residen en la hipodermis, músculos y tendones; se han especializado en estímulos vibratorios de entre 40 y 1000 hertz. Registran no sólo la vibración del teléfono móvil que llevamos en el bolsillo, sino también, cuando vamos al volante, la vibración familiar de nuestro coche, que nos comunica si el motor y los neumáticos operan con normalidad. Es posible que nuestros antepasados dependieran, entre otras, de la “función de aviso” de los sensores de vibración, incluidos los propios corpúsculos de Pacini. Antaño eran quizá muy sensibles a las vibraciones del suelo que anunciaban la aproximación de los enemigos. Corresponde a los corpúsculos de

Meissner ocuparse de oscilaciones más lentas, entre 0,3 y 3 hertz.

Trato de favor a la presión

Los diminutos receptores (unas 40 milésimas de milímetro de ancho y algo más del doble de largo) se alojan en la zona subcutánea. Un gran número de ellos forman una extensa red de recepción en la piel, especialmente densa allí donde deben procesarse de una manera diferenciada los estímulos táctiles. Los adultos, por ejemplo, tienen en los dedos 24 elementos por milímetro cuadrado.

La exuberante riqueza de las manos en sensores táctiles diversos nos permite realizar muchas destrezas con los dedos, incluso a ciegas o con los ojos vendados. Escribir con el bolígrafo requiere, por ejemplo, un conocimiento permanente y detallado de en qué forma el adminículo toca la superficie de los dedos que lo aprietan, así como de los cambios de presión que provoca en la superficie de contacto de la epidermis el proceso de escribir. Nos sería también imposible andar erectos y permanecer en pie, si los corpúsculos de Meissner y otros receptores táctiles no hicieran llegar ininterrumpidamente datos sobre la deformación de las plantas de los pies, a partir de los cuales el cerebro calcula después los parámetros necesarios para mantener la posición vertical. Bajo condiciones difíciles, como cuando llevamos zapatos de suelas muy gruesas, se ven implicados otros sensores de músculos y articulaciones. Así, los corpúsculos de Ruffini; se hallan no sólo en la piel, sino también en el tejido conjuntivo, que controla las cápsulas articulares de las extremidades: colaboran suministrando al cerebro una información precisa de la posición de brazos y piernas.

Fundamento de esta valoración impresionante de la posición es la refinada estructura de los corpúsculos de Ruffini. Se componen de tres cilindros, que forman en el centro una especie de nudo. Por el interior de los cilindros corren, en el tejido conjuntivo, en músculos y tendones, unos haces de fibras fijas, que se estiran o contraen en cada movimiento de la articulación. Las señales que envían al cerebro las interpreta luego éste como un cambio de la posición de la articulación. Con algo de concentración podemos, pues, no sólo andar con zapatos de suela muy alta, sino utilizar también con relativa seguridad el pedal del gas del coche.

Trabajo de precisión

Con cuánta precisión percibe nuestro cerebro la posición de las extremidades, lo pone de manifiesto el experimen-



2. LA MODA ASESINA DEL TACTO.

Con estos zapatos la planta del pie es incapaz de sentir el firme de la calzada. Si con ellos podemos caminar es gracias a los sensores de músculos y articulaciones.

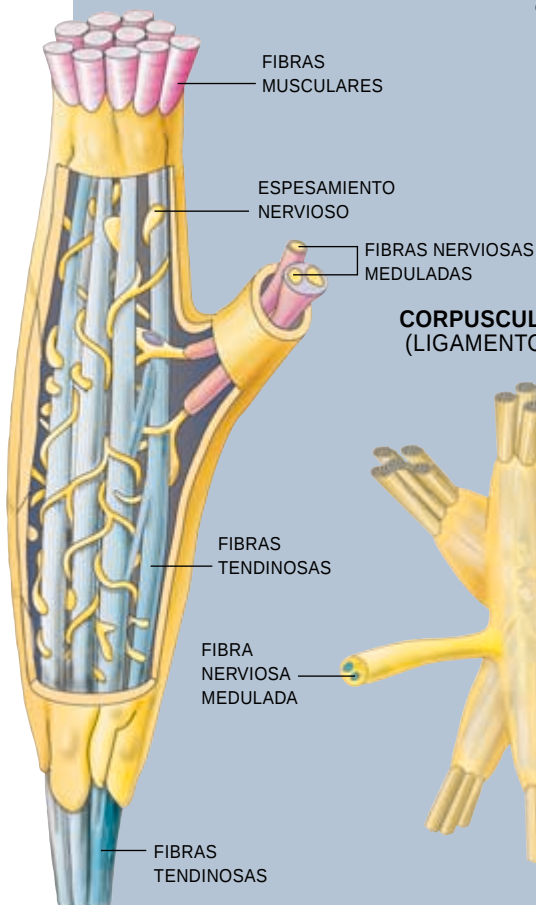
to siguiente: Un voluntario, con los ojos vendados, ha de palpar la posición de dos palancas en ángulo de una máquina, y luego ajustar, con la máxima exactitud posible, el ángulo de una palanca con el de la otra. Se averigua así la precisión con la que un probando capta la orientación de sus extremidades cuando toca las manecillas en ángulo. La mayoría de las veces sale tan bien, que, al final, el ángulo dado y el “copiado” divergen sólo entre 0° y 3°.

Para ilustrar la compleja tarea táctil se suele indicar la subida de unas escaleras. En este caso, el cerebro ha de procesar sin cesar la posición del propio cuerpo en una reproducción palpada, que se genera internamente al mismo tiempo, del mundo exterior. Como elementos auxiliares para la necesaria interpretación del entorno actúan, entre otros, los husos tendinosos de Golgi —receptores de los tendones muy sensibles al estiramiento— y los husos musculares, que, como flexo fibroso delicado, se extiende por el músculo. Informan al cerebro de

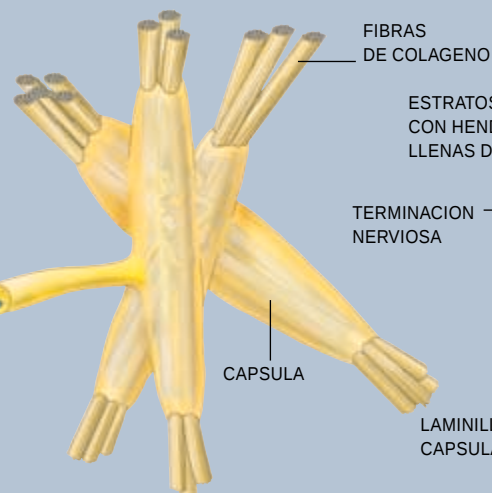
Sensores para todos los casos

El principal escenario de los sucesos táctiles se halla en la piel. Alojadas en la hipodermis, las células de Merkel permiten a los dedos resolver detalles espaciales hasta de sólo 0,5 milímetros. Mientras las terminaciones nerviosas libres detectan los estímulos móviles más ligeros, los corpúsculos de Meissner son decisivos en el control al asir los objetos. Los corpúsculos de Ruffini reaccionan con particular sensibilidad a los estímulos de estiramiento en la piel, pero también en las articulaciones. Junto con otros receptores, como los husos tendinosos de Golgi, informan sobre la posición de las extremidades. Los corpúsculos de Pacini, repartidos por muchas zonas del cuerpo (por ejemplo, en la hipodermis, en las articulaciones y en los órganos internos), reaccionan preferentemente a los estímulos vibratorios; las oscilaciones algo más lentas son amortiguadas por las lamelas.

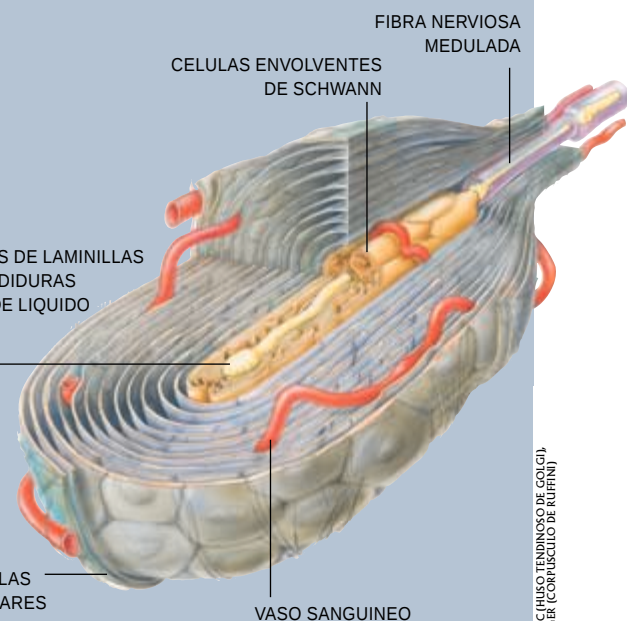
HUSO TENDINOSO DE GOLGI



CORPUSCULO DE RUFFINI (LIGAMENTO ARTICULAR)



CORPUSCULO DE PACINI



SECCION DE LA DERMIS (SIN PELOS)



cualquier alteración de la longitud y tensión del correspondiente músculo del esqueleto. Las condiciones de contracción al subir el primer peldaño sirven, después, como ajuste previo para los siguientes. El cerebro compara constantemente, uno con otro, el estado “previsto” con el estado “real”; en la inmensa mayoría de los casos, sin errores y sin ser consciente de ello. La clave reside en que los peldaños son aproximadamente iguales en altura y profundidad. De repente, los valores previstos por el sentido del tacto del desarrollo motor automatizado no se adecuan con la realidad; por así decir, el tropiezo está preprogramado.

El cerebro ha de evaluar con precisión las informaciones motoras y sensoriales interrelacionadas, se trate de escribir, conducir un coche o subir las escaleras. Incluso ejercicios de sencillez aparente, como palpar un dado con los ojos vendados, exige el trabajo no sólo de una región del cerebro, sino la intervención de casi todas. Aunque todo induce a suponer que cumple al lóbulo parietal responsabilidad mayor. Con el córtex parietal dañado, los afectados no son capaces ya de alcanzar, a ciegas, un despertador estridente que está sobre la mesilla de noche y reducirlo a silencio. Padecen astereognosia (o amnesia táctil), una merma de la percepción táctil, que les imposibilita palpar a ciegas los objetos de la vida cotidiana.

Cómo experimentamos nuestro cuerpo en sus dimensiones y su posición en el espacio, lo determina, no en último término, el tacto. Tocamos con nuestras manos zonas que no podemos ver, como la cabeza o la nuca, y notamos esa presión de inmediato. Por eso, los humanos podemos, por lo general, evaluar muy bien su extensión, anchura y peso. A esta representación de las dimensiones exteriores del cuerpo (la reproducción interna y personal, que va cam-

Investigación de las delicias del tacto

En nuestros días, los fabricantes procuran que su nuevos productos presenten un “diseño táctil” óptimo, atractivo para la venta. Se examina qué materiales del envase podrían lograr que un licor aumentara su cuota de mercado; o también qué dureza debería tener el asiento de un coche deportivo para adaptarse al estado de ánimo del potencial comprador. Pero en el tema de la consistencia del yogur la cuestión se complica; los alemanes interpretan como signo de calidad que el yogur sea cremoso, en tanto que los franceses consideran que un yogur bueno y sano debe ser ante todo flo-culoso.



SUPERBILD

biando a lo largo de la vida) se la denomina representación corporal interna o esquema corporal.

Una imagen insustituible del yo

Para lograrla, el córtex parietal combina los millones de informaciones individuales aferentes de los sensores táctiles de músculos, articulaciones, tendones y de la epidermis, que forman, en el menor tiempo posible, una imagen interior de nosotros mismos. En este caso, parece que el sentido de la vista es secundario, pues incluso los ciegos de nacimiento no tienen ningún problema en desarrollar una imagen interna del cuerpo.

Pero el esquema corporal está tan desfigurado en muchas patologías, que los enfermos hacen un cálculo muy impreciso de las dimensiones de su cuerpo. Lo observamos en casi todos los casos de anorexia mental (anorexia nerviosa), una grave enfermedad psíquica, que lleva a la muerte entre 10 % y 20 % de los casos. Las afectadas sienten y describen su cuerpo como obeso e hinchado, pese a su manifiesta y extrema delgadez. No suele apartarles de este convencimiento ni una confrontación con la imagen que refleja el espejo, ni los datos objetivos de la balanza.

3. CONEXIONES PARALELAS. EI

sentido del tacto nos posibilita que, con los ojos vendados, el ángulo captado en una palanca de un aparato se transporte a una segunda palanca con una imprecisión de pocos grados.

Nuestro equipo sospechaba la presencia de un desajuste de la función de integración del córtex parietal en los trastornos del esquema corporal de las anorexias mentales. De ser así, las pacientes deberían tener también problemas en la solución de ejercicios de percepción táctil. Al mismo tiempo, se habían de observar cambios característicos de la actividad eléctrica en las áreas cerebrales parietales.

Primero sentir, después dibujar

Para comprobarlo, pusimos en las manos de mujeres sanas y anoréxicas modelos en relieve, que ellas debían tocar, con los ojos vendados. A continuación, quitada la venda, y en ausencia de los objetos, tenían que dibujarlos con la mayor exactitud posible en una hoja de papel; mientras procedían a ello, grabábamos la actividad eléctrica cerebral.

La verdad es que a las pacientes anoréxicas les resulta difícil realizar estos ejercicios de percepción. Sus reproducciones gráficas son, a diferencia de las hechas por las probandas sanas, parcialmente erróneas. Una repetición del test, dos años más tarde, con las mismas pacientes no cambió el resultado. Los análisis de la actividad eléctrica cerebral prueban, además, que en las pacientes anoréxicas el córtex parietal derecho trabaja bastante menos que en las probandas sanas.

Presumiblemente, en las anoréxicas están alteradas importantes funciones cerebrales de integración que podrían ser corresponsables de los déficits de percepción táctil observados y, también, del distorsionado esquema corporal. Con estos nuevos conocimientos nos proponemos

MARTIN GRUNWALD





ESTIMULOS DEL TEST

PROBANDAS SANAS (A - J)

TEST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

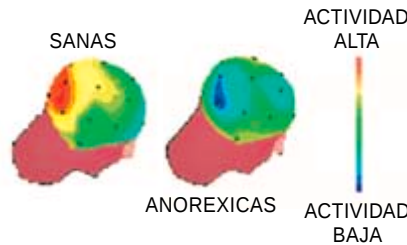
ESTIMULOS DEL TEST

PROBANDAS ANOREXICAS (K - T)

TEST	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T

MARTIN GRUNWALD

4. PERCEPCION DESFIGURADA. En comparación con las mujeres sanas, las enfermas de anorexia hallan mayores dificultades en reproducir en papel los relieves (*arriba*) palpados a ciegas. Además, el córtex parietal derecho de su cerebro se encuentra menos activo al palpar los relieves (*derecha*).



desarrollar en el futuro medidas terapéuticas para reorganizar los procesos disfuncionales. Ya están en marcha unos primeros estudios, en los que las pacientes ejercitan la percepción corporal por medio de una estimulación de todo el cuerpo.

El sentido del tacto sigue siendo un campo de investigación fascinante y apenas estudiado. Cuán incompleto sea nues-

tro conocimiento lo muestran los intentos por simularlos en ingenios técnicos: la sensación táctil de objetos asibles, simulada por medio de "ciberguantes", en los que todo tipo de minimotores estimulan los dedos, difiere considerablemente de la sensación natural. Con todo, contamos ya con algunas aplicaciones útiles: los neurocirujanos, por ejemplo, pueden practicar, mediante interfaces táctiles, operaciones complicadas y peligrosas del cerebro en operaciones simuladas.

¿Qué futuro nos espera? Algunos científicos proyectan escenarios que recuerdan la trama de la película *Matrix*; para originar sensaciones táctiles, el rodeo a través del propio aparato sensorial ha quedado obsoleto, afirma un miembro del equipo del Laboratorio Táctil del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Se producirían mejor las sensaciones deseadas interviniendo en el lugar adecuado, es decir, en el cerebro.

5. ¿COPIA DE LOS HUMANOS?

Asimo, el robot humanoide, puede caminar con relativa seguridad e incluso subir escaleras.

La robótica va por otros senderos. Los investigadores tratan de imitar al fabuloso ser humano en forma de máquinas humanoides o incluso de mejorarlo. Se puede evaluar en robots, como Asimo, lo que han logrado estos ensayos: un aparato más bien macizo que, con ayuda de una mecánica y un conjunto sensorial afinados, amén de una adecuada programación computacional, consigue andar sobre dos piernas e incluso subir escaleras.

Sin embargo, la red de receptores del sentido del tacto desarrollado en el *Homo sapiens* no se puede reproducir, por ahora, en las creaciones de la técnica. A los robots les falta la extensa variedad de impresiones táctiles, sin las cuales se les escapa una experiencia fundamental, a saber, aquella a la que designamos como aprehensión de nuestro entorno. Si se quiere conferir a las máquinas la capacidad de sentir y reaccionar, lo más semejante posible a como lo hacen los humanos, habría que empezar por dotarlos de un tacto activo.

MARTIN GRUNWALD estudia, en el laboratorio de investigación del EEG y del sentido del tacto de la clínica psiquiátrica de la Universidad de Leipzig, la percepción táctil y sus aplicaciones clínicas.

Bibliografía complementaria

DER BEWEGTE SINN. Dirigido por M. Grunwald y L. Beyer. Birkhäuser Verlag; Basilea, 2001.

FEELING BUMPS AND HOLES. R. Flanagan y S. J. Lederman en *Nature*, vol. 412, págs. 389-391; 2001.



CORBIS

La fuerza de la primera impresión

Basta, a veces, una sola mirada para determinar si nos hallamos ante una persona simpática o peligrosa. La neurociencia social investiga cómo alcanza nuestro cerebro tan sorprendente juicio, que no siempre es certero

Marion Sonnenmoser

Lo vivimos todos los días: sentados en el departamento de un tren o a la mesa de un restaurante; cuando entramos en un despacho o en una tienda. La mayoría de las veces no conocemos a casi nadie. Sin embargo, a los pocos segundos “sabemos” con quién nos las tenemos que ver. Registramos sexo, color de la piel, estatura y edad aproximada de las personas. Creemos incluso colegir, al menos aproximadamente, su estado de salud, nivel social, estado civil y profesión. Creemos conocer con seguridad quién nos parece simpático y a quién preferimos evitar.

No deja de resultar sorprendente que nuestro cerebro saque conclusiones tan rápidas al juzgar a los extraños, pues sólo dispone de informaciones muy deficientes. Pese a ello, logra formarse, a partir de un par de apariencias, una impresión global que revela el carácter, la conducta y la historia de nuestro vecino; al menos, eso es lo que pensamos. En todo caso, la “primera impresión” que recibimos de alguien marca de tal manera nuestras percepciones posteriores, que apenas si tomamos en cuenta las informaciones siguientes que apuntan en otra dirección. Este “efecto de primacía” consolida la primera impresión y, en general, persistimos convencidos de su veracidad en adelante.

En esta “percepción social”, nos fiamos de esquemas y estereotipos, que

hemos aprendido a lo largo de nuestra vida. Cuando, por ejemplo, vemos un coche caro, pensamos de su dueño: un rico pretencioso. Si vemos una piel negra, concluimos: ¡Ah! Un africano. Tenemos docenas de casilleros de ese tipo en el fichero de la cabeza y elegimos, en cada caso, uno para introducir en él a nuestros prójimos. Con este método somos capaces de conservar, en situaciones complejas, una visión de conjunto y orientarnos de inmediato.

La percepción social se halla siempre presente y activa, sin escapatoria. En muchas decisiones se erige en fiel de la balanza, aunque no seamos conscientes de ello. Determina de quién nos enamoramos o por quién nos dejamos endosar un seguro.

La simpatía personal desempeña una función decisiva en todos los casos. En quien nos cae bien (en quien creemos), en éste confiamos, le imitamos y con él querríamos convivir. Pero, ¿por qué uno nos cae simpático y ante otro desconfiamos de entrada?

El lugar de trabajo, agencia matrimonial

Los investigadores han descubierto que nosotros no obramos arbitrariamente, sino que seguimos ciertos principios, por ejemplo, el de semejanza. Sheldon Kalick, de la Universidad de Massachusetts en Boston, descubrió, hace apenas veinte años, que tenemos preferencia por caras, figuras o prendas de vestir que se

asemejan a las nuestras. Con frecuencia, la impulsa incluso la simple simpatía de proximidad. Aprendemos a conocer mejor (y quizás a valorarlas más) a las personas con las que tratamos habitualmente. No es, pues, de extrañar que el lugar de trabajo sea la agencia matrimonial de mayor éxito.

Un importante factor de simpatía lo constituye la belleza. Hacia quien la naturaleza le ha otorgado una piel tersa, abundante cabellera, dientes uniformes, miembros bien proporcionados, una figura esbelta y un rostro atractivo, se dirigen automáticamente todas las miradas. Los psicólogos evolutivos creen que estos rasgos nos atraen porque nos envían una señal positiva en la búsqueda de pareja: “¡Mírame, estoy sano, soy joven y apto para la reproducción; mi desarrollo ha sido normal, dispongo de un buen material genético!”. Todos estos principios son válidos no sólo para la elección de compañero, sino también para las amistades y conocidos.

Pero no conviene pecar de exceso, pues la persona así dotada suscita envidias, desconfianza y sentimientos de inferioridad. A los acusados muy atractivos se les imponen penas más duras, si dan la impresión de que se han aprovechado de su buen parecer para lograr su objetivo. Es el caso de Vera Brühne, que saltó a los titulares de los periódicos. La mujer habría tramado que su amante matara a su patrono. Después de que en la prensa circularan imágenes desenfa-



DPA

1. MUJER CON PIEL DE NIÑO.

Muchas estrellas de la pantalla deben su atractivo y simpatía a su apariencia añiñada: una nariz respingona pequeña y una frente despejada apelan a los instintos de protección. Halle Berry, ganadora de un Óscar y aquí con más de treinta años, es un ejemplo.

das. Resulta difícil que se les atribuya algo malo o que se les niegue nada. Hagan lo que hagan, se les ve bajo una luz positiva.

Prejuicios arriesgados

Por otra parte, ¿quién no conoce a personas atractivas con las que, en alguna ocasión, ha tenido experiencias negativas? Ponen al descubierto el talón de Aquiles de la percepción social, que, por un lado, nos ayuda a situar rápidamente a las personas por sus apariencias y a reconocerlas como compañeros de reproducción o como enemigos, y, por otro, manipula nuestra capacidad de juicio. Vivimos en un mundo cuajado de ideas preconcebidas que pueden llevarnos a conclusiones falsas y a comportamientos erróneos. Puesto que no solemos ser conscientes de tales prejuicios, ejercen un gran influjo sobre nosotros. Son, además, muy obstinados y no resulta fácil superarlos. Para combatir estos esquemas mentales, se requiere una labor intensa de educación y unos esfuerzos permanentes, y, aun así, no siempre son suficientes.

Desde hace unos decenios, los psicólogos vienen estudiando la percepción social. Pero sólo recientemente algunas técnicas (como la tomografía funcional de resonancia magnética y la electroencefalografía) hacen posible explorar los substratos biológicos. Esta "neurociencia social" se halla todavía en pañales, pero disponemos ya de algunos conocimientos que amplían nuestra comprensión de dichos fenómenos.

Sabemos hoy, entre otras cosas, que las señales ópticas llegan a dos regiones cerebrales distintas: al lóbulo frontal, sede de los procesos mentales conscientes, y a la amígdala. Esta estructura, del tamaño de una cereza, se halla detrás de los ojos, en mitad del cerebro, y da cuenta de nuestras emociones.

Ambas zonas cerebrales evalúan lo que vemos, pero de modo muy distinto. La decisión entre amigo o enemigo la toma, de forma totalmente automática e independiente, la amígdala en unos pocos milisegundos. El cerebro empieza a entrar

dadas de la atractiva acusada, para la opinión pública su culpabilidad era obvia. A la condena moral no tardó en añadirse la judicial: "cadena perpetua", pese a la debilidad de las pruebas.

Nuestro cerebro suele deducir de una apariencia agradable un buen fondo. Los maestros consideran más inteligentes a los niños guapos y les ponen mejores notas, como reflejó un estudio ya en 1973; según una encuesta del Instituto

de Demoscopia Emnid, los hombres de buena apariencia, bien plantados y con abundante cabello tienen más posibilidades de obtener un buen empleo que los calvos, bajos y gordos.

En la vida cotidiana se puede observar repetidamente que las personas guapas tienen ventajas. Son más apreciadas, se les suele recibir con una sonrisa, se les da preferencia, son elegidas o tratadas con consideración y mejor valora-

en juego cuando se trata de pensar conscientemente sobre las informaciones, clasificarlas y procesarlas fundadamente.

A esta conclusión ha arribado William Cunningham, neuropsicólogo de la Universidad de Yale. Fue introduciendo en la cámara de un tomógrafo de resonancia magnética, uno después de otro, a quince voluntarios; a cada uno les leía, luego, en voz alta los nombres de personalidades conocidas (“Bill Cosby”, “José María Aznar”, “Mahatma Gandhi” y similares). Los probandos debían adscribir a cada nombre una calificación neutral (“vive/ha muerto”) y también una valoración emocional (“bueno/malo”). Las imágenes del tomógrafo muestran

que los cerebros de los sujetos del experimento superaban con facilidad el primer ejercicio, pero debían esforzarse en el segundo. En esta postrera tarea, el investigador observó una realzada actividad en la amígdala, en particular ante nombres con una denotación negativa (como “Adolf Hitler”). El lóbulo frontal, por el contrario, reaccionaba en la prueba siempre con una intensidad similar, con independencia de que el personaje mencionado gozara de una reputación buena o mala.

Se suele considerar a la amígdala como el detector general de peligros y, por tanto, se activa por casi cualquier potencial amenaza. Su rápida respuesta nos

puede inducir de inmediato a la huida o al ataque, salvando así la prosperidad y la vida. Ahmad Hariri, del Instituto Nacional de Salud Mental de Bethesda, estudió a qué señales reacciona con más intensidad la amígdala, es decir, a cuáles considera especialmente peligrosas. El neurocientífico se llevó una sorpresa: contra lo que podía esperarse, esto no sucedía ante la visión, por ejemplo, de arañas o serpientes. Las reacciones más intensas de la amígdala se producían cuando el ojo comunicaba “éste tiene una cara peligrosa”.

A parecidos resultados llegó el grupo dirigido por Raymond Dolan, de la Universidad de Londres. Mostraron a los probandos fotografías de personas. Ante algunos retratos, la amígdala tocaba a rebato y decidía que “no inspiraba confianza”. Las posteriores valoraciones racionales apenas si lograban revisar la decisión ya tomada. También en este caso está vigente, pues, el principio: “¡Una vez en el casillero, en el casillero para siempre!”.

El perro no se equivoca

Cuanto más activa es la amígdala, tanto mayor es nuestra excitación emocional. Esta excitación repercute en nuestra actividad mental: disminuye la capacidad de la memoria, se reduce la percepción y los pensamientos se tornan superficiales. Todo se concentra en un solo punto: en el supuesto enemigo. Además, están preprogramados actos irreflexivos y las decisiones se toman intuitivamente, al margen de cualquier argumentación racional.

Los auténticos maestros en el arte de evaluar a los hombres son los animales, en primer lugar los perros, especialistas en clasificar a cualquier bípodo desconocido y en expresar su opinión. Más de un amo y dueña ha tenido que dar, en secreto, la razón al instinto canino.

También entre los humanos se registran diferencias claras en la capacidad de encasillar a los otros. Parece que las mujeres no sólo se compenetran con los demás mejor que los hombres, sino que también juzgan con más acierto a sus prójimos. Simon Baron-Cohen, psicólogo de la Universidad de Cambridge, brinda una explicación escalonada. Primero, desde la infancia se educa a las niñas a escuchar, a consolar y a ser sensibles ante los sentimientos y las ideas de los otros. Así pues, la mera socialización agudiza su sentido, intuición y dotes de observación. Segundo, las mujeres respetan más sus propios sentimientos que los hombres. Suelen tomar las decisiones “por el regazo materno”, o mejor, por la amígdala. Tercero, utilizan más que los hombres el

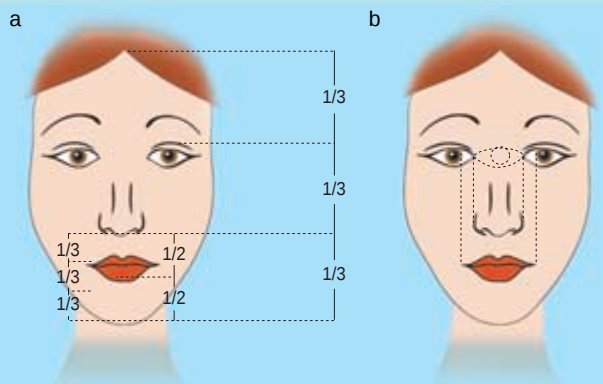
El enigma de la belleza

Cuando encontramos a alguien por primera vez, nuestros ojos se dirigen a la cara. Esta mirada marca nuestra opinión sobre si el sujeto es o no guapo. Pero, ¿qué convierte en atractivo a un rostro?

Quizá la simetría. No ha de ser, sin embargo, demasiado perfecta, pues en ese caso resulta estática y aburrida. Desviaciones mínimas confieren al rostro viveza e interés. Resultan muy atractivos unos huesos cigomáticos altos, una nariz y unas orejas pequeñas, determinadas distancias entre ojos, orejas y nariz (véase *la figura*) y una piel sonrosada y tersa. Además, en los varones aumenta el atractivo una barbilla marcada y en las mujeres, ojos grandes, labios llenos y cabello claro y suave.

A menudo, las caras femeninas se consideran bellas, si se adecuan al “esquema infantil”, es decir, si tienen una nariz pequeña y respingona y una frente despejada. También tienen éxito otros esquemas. “Hay distintos tipos de mujeres a las que consideramos guapas”, aclara Ronald Heness, psicólogo de la Universidad de Saarbrücken e investigador del fenómeno de la atracción. Por ejemplo, el tipo fogoso, que con unos huesos cigomáticos salientes, labios carnosos y mejillas cóncavas irradia susceptibilidad y madurez sexual. Pero la belleza depende, en último término, como tantas otras cosas, de los gustos y también del espíritu de la época. Nadie colocaría hoy sobre una pasarela a una matrona de Rubens, pero tal vez sí dentro de cincuenta años. ¿Quién sabe?

PROPORCIONES AUREAS DE LA CARA. Determinadas distancias y medidas de ojos, nariz, boca y barbilla hacen que una cara resulte atractiva (a: proporciones verticales; b: disposición horizontal).



SIGANIM



hemisferio cerebral izquierdo, donde se sitúan en la mayoría de los humanos las regiones del lenguaje. Por eso las mujeres suelen ser más propensas a hablar y, de esa manera, pueden tener más fácil acceso a otras personas.

Baron-Cohen supone que precisamente en el hemisferio cerebral izquierdo residen las “regiones cerebrales sociales”, que habilitan la percepción de las personas. Puesto que los fetos femeninos desarrollan, en el seno materno, antes el hemisferio cerebral izquierdo, las mujeres, desde el inicio, llevarían ventaja en el lenguaje y en la inteligencia social, sostiene el psicólogo británico. En los niños, por el contrario, el desarrollo del hemisferio cerebral izquierdo se retrasa; la culpable es la testosterona, una hormona sexual.

En comparación con los varones, en las mujeres los olores intervienen más en la decisión sobre la simpatía y la antipatía. Pamela Dalton, psicóloga experimental del Centro Monell de Sensibilidad

Química de Filadelfia, comprobó en 2002 que el sexo débil suele tener una nariz más fina y refinada. En este sentido, “la mujer” se deja influir en la elección del compañero, por los olores corporales.

La amígdala

Vuelve de nuevo a aparecer la amígdala, a la que también van a parar, además de las informaciones ópticas, los impulsos del sistema olfatorio. “Los olores están, pues, estrechamente ligados a las reacciones emocionales”, indica Regina Maiworm, de la Universidad de Münster. Por otra parte, hasta ahora se pensaba que la amígdala se activaba preferentemente por los olores desagradables; no en vano está abonada a los estímulos negativos. Pero Noam Sobal, de la Universidad de California en Berkeley, descubrió que la amígdala reaccionaba también a los aromas agradables. Sobal respaldaba con esta observación cierta conjetura de William Cunningham, según la cual esta estructura podría ser com-

2. ENEMIGO DECLARADO.

Ante algunas personas basta una mirada para que uno se diga: “a éste es mejor evitarlo”; aunque quizá se esté cometiendo una injusticia con él.

petente no sólo en el miedo y las antipatías, sino también en los sentimientos espontáneos de simpatía. De una manera o de otra, en todo caso no percibimos conscientemente ningún pensamiento preciso, sino tan sólo un poderoso sentimiento de atracción o de rechazo.

Por qué las mujeres tienen una opinión más certera del prójimo que los hombres, lo explican los biólogos evolutivos: ellas pueden tener, en principio, menos descendencia y han de invertir más energía en el proceso reproductor y en el cuidado de la progenie. Deben, pues, prestar mucha atención a quién eligen como compañero de por vida.

La naturaleza ha desarrollado un sistema de reconocimiento rápido de amigos y enemigos que funciona, sin que tenga que intervenir la razón. El inconveniente estriba en que no podemos sustraernos a dicho automatismo. La amígdala y el sistema olfatorio nos manipulan, queramos o no. Bien es verdad que nuestro cerebro tiene algo que decir y goza del derecho de veto en los casos de errores garrafales.

Quizá convendría fiarse, de vez en cuando, de la “nariz”, que se ha ido perfeccionando a lo largo de milenios, sobre todo cuando se trata de sentimientos. Quien pone su destino (por ejemplo, al elegir compañero) en manos de este acreditado alcahuete y no piensa tanto en el otro sexo, no debe, dadas las circunstancias, besar a tantas ranas y sapos, hasta que no haya encontrado al príncipe o a la princesa. Al menos, merece la pena intentarlo.

MARION SONNERMOSER es doctora en psicología.

Bibliografía complementaria

GESICHT UND PERSÖNLICHKEITSEINDRUCK. R. Henss. Hogrefe; Göttingen, 1998.

VOM ERSTEN TAG AN ANDERS. DAS WEIBLICHE UND MÄNNLICHE GEHIRN. S. Baron-Cohen. Patmos; Düsseldorf, 2003.

NEURAL COMPONENTS OF SOCIAL EVALUATION. W. Cunningham et al. en *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 4, páginas 639-649; 2003.

El conocimiento de las abejas

La imagen de los insectos como una máquina refleja activada por el instinto aparece hoy muy controvertida. Las abejas obreras toman decisiones, conciben esperanzas y aprenden reglas que aplican en situaciones diversas

Randolf Menzel

¿Cree usted que una abeja puede pensar? Quizás esta pregunta suene absurda si consideramos que su cerebro no es mayor que una cabeza de alfiler. Cuanto menos se parezca el sistema nervioso de un animal al nuestro, más cuesta imaginarse su “mundo intelectual interior”. Sin embargo, para averiguar si piensa y cómo lo hace, sólo cabe especular, lo que se aplica incluso a representantes de nuestra propia especie. Así, cuando observamos a una persona que extrae un producto de un congelador del supermercado, inferimos que ha *optado* exactamente por ese producto porque *espera* obtener un determinado sabor. Cuando la mujer de la mesa de enfrente saca del bolso su billetero, imaginamos que *planea* pedir la cuenta al camarero.

Los términos “optar”, “esperar” o “planear” describen procesos intelectuales que suponemos se ocultan tras los hechos observados, al conocerlos por experiencia propia. Sabemos de muy pocas especies animales —por ejemplo, los primates— que posean consciencia “de sí mismas”. Sin embargo, la mayoría de los investigadores de la cognición no vacila en aplicar también estos conceptos al comportamiento de otros animales con “grandes” cerebros: perros, ratones o ratas. De su conducta se infieren, sin ninguna duda, procesos cerebrales que se pueden designar con estos términos. Se ignora aún si tales procesos discurren de una manera consciente.

En los animales “inferiores”, la situación cambia. Los zoólogos y etólogos no suelen apelar a “planes”, decisiones o esperanzas para referirse al comporta-

miento de los insectos. Si en alguna ocasión se ha recurrido a esa terminología, se la supone un abuso de especulación antropomorfa.

El variopinto mundo de los insectos

La necesidad obliga a que los insectos economicen sus cerebros minúsculos. Al cabo, estos invertebrados contemplan el mundo con una visión más rica en muchos aspectos que el hombre, cuyo cerebro ronda las tres libras. Una abeja apenas dispone de un par de centenares de miles de neuronas —el hombre cuenta con más de cien mil millones— y ve, sin embargo, más colores que nosotros, además de reconocer propiedades ópticas como la luz lineal polarizada y de discriminar entre varios miles de aromas. Controla sus vuelos rasantes con suma precisión y con una resolución espacial que decuplica la reconocida por el ojo humano.

Quizá sea, precisamente, por esta perfección por la que pueda concebirse a los insectos como una suerte de minirobots estereotipados con un programa genético predeterminado. Acorde con ese modelo, el sistema nervioso ahorrativo de estos artrópodos se encuentra ya perfectamente diseñado para satisfacer las exigencias vitales más diversas. La respuesta a un estímulo depende, pues, de la activación de las conexiones pertinentes, por lo que automáticamente se desencadena la reacción que, al cabo de millones de años, ha resultado la más idónea desde el punto de vista filogenético.

Sin embargo, esta idea del insecto como un autómatas se ha puesto ahora en cuestión. Los ensayos sobre el comportamiento de las abejas obreras han hecho que los neurobiólogos empiecen a con-

templar los insectos con otros ojos. *Apis mellifica*, la denominación linneana de este himenóptero, posee algo más que una memoria fascinante y capaz. Los estudios de nuestro grupo de neurobiología, en el Instituto de Biología adscrito a la Universidad Libre de Berlín, y de otros investigadores revelan que las abejas pueden aprender reglas que aplican en situaciones muy dispares. Estos insectos resuelven tareas de transferencia y escogen objetivos que responden a sus propias expectativas. Para ello se sirven de una memoria espacial, cuya organización remeda la memoria del hombre y de otros mamíferos. A tenor de los nuevos datos, cabría preguntarse si no debiera atribuirse, también a los insectos, procesos como la planificación, la decisión o la esperanza, definidos en un sentido neurobiológico inconsciente.

Hay multitud de estímulos que controlan el comportamiento de estos invertebrados de un modo sumamente fiable y rígido: los machos de las polillas siguen la sustancia de atracción sexual emitida por las hembras; las hormigas en busca de alimentos rastrean la estela aromática que van dejando sus compañeras. Y los insectos voladores, con tal de salir al aire libre, ponen rumbo hacia cualquier fuente de luz clara; no es raro verlos en los semáforos o detrás del cristal de una ventana hasta que les llega la muerte. Sin embargo, estas reacciones inflexibles sólo evidencian una parte de su comportamiento; no deben considerarse características. Si los insectos fueran meras máquinas reflejas y estereotipadas, su respuesta a los estímulos del entorno sería siempre la misma y disminuirían considerablemente sus posibilidades de supervivencia.



La adaptación y el perfeccionamiento a través del aprendizaje y de una memoria duradera revisten, para estos seres inferiores, la misma importancia que para los animales superiores. Cuando una abeja descubre el néctar o una floración productora de polen, recuerda perfectamente su color, su forma, su olor y el tipo y el modo en que debe manipular su cáliz para llegar con la máxima eficiencia hasta el bien ansiado. La abeja sabe el momento del día en que se produce el néctar y su fiabilidad; por último, decide, en virtud de su experiencia previa, si merece la pena invertir tiempo y

la energía o arrostrar el riesgo visitando la planta en cuestión.

Cada vez que una abeja recibe un estímulo, ya sea un color, un aroma o una forma con una experiencia agradable (néctar, polen), se le presenta la ocasión de aprender. Para que se establezca una conexión firme, como ocurre con otros animales, es necesario que el estímulo y la recompensa se dispongan correctamente en el tiempo; es decir, primero el estímulo y luego la recompensa. Pero el resultado depende también del tipo de estímulo. Así, las abejas perciben con más rapidez los colores violeta y azul que el verde o

1. SIN MENOSPRECIAR. La abeja, con su minúsculo cerebro, resuelve tareas de aprendizaje complejas.

el amarillo. En psicopedagogía se han establecido, desde Ivan Pavlov, algunos parámetros acerca del aprendizaje asociativo. Y, sorprendentemente, todos rigen también para *Apis mellifica*.

Ideas propias

Una abeja aprende a conocer si el aroma A o B señalan un alimento, pero no “AB”, es decir, la combinación de ambos (véase el recuadro “El eslabón entre el aroma

y la recompensa” donde se describen los experimentos para el acondicionamiento aromático). Las conexiones asociativas más simples (“elementales”), basadas en el principio de que “la molécula aromática de A induce la reacción X”, no justifican esta capacidad de aprendizaje, pues la respuesta a la combinación AB debiera ser, como mínimo, tan intensa como la respuesta aislada a A o a B, dado que los animales perciben cada uno de los aromas de la mezcla. Antes bien, parece como si la mezcla AB adquiriera en la “concepción” de la abeja una calidad completamente independiente: una representación virtual cerebral de AB, distinta de la representación para sendos aromas A y B.

Al igual que otros animales, *Apis mellifica* puede aplicar de manera flexible —según las circunstancias— lo aprendido. Por ejemplo, su experiencia en la recogida de alimento la mide en comparación con la de las compañeras de enjambre que también contribuyen al almacenamiento. Una vez que alcanza la colmena, cede el néctar a las abejas jóvenes, dedicadas a las tareas internas, que aceptan tanto más fácilmente la carga cuanto más atractiva resulta en comparación con los demás néctares suministrados.

La obrera carga con el polen en las celdas provistas al efecto. Cuando la búsqueda de celdas libres se prolonga en demasía, se reduce el aprovechamiento

de la carga para la población de abejas y el conocimiento de los lugares llenos de polen pierde todo su valor. En estos casos, la abeja activa su memoria de las fuentes de néctar o bien se suma a los vuelos de otras obreras hacia lugares mucho más prometedores.

En un famoso experimento realizado hace 40 años, Martin Lindauer, entonces en la Universidad de Munich, demostró que las abejas pueden grabar en qué momento del día ofrecen sus alimentos dos floraciones diferentes (por ejemplo, dos horas antes o dos horas después del mediodía). Con sus “danzas” (véase la figura 2) comunica oportunamente a las demás obreras la dirección de la fuente que brinda, en ese momento, néctar. Las abejas despliegan entonces un notable sentido del tiempo: si se les insufla un determinado aroma, que ellas asocian con alguna fuente de alimentación, pueden incluso bailar en mitad de la noche. En este caso, coletean antes de la medianoche para buscar la comida vespertina y después para la matutina. Esto significa que, además del lugar geográfico con la fuente de alimentación, las abejas graban en su memoria el momento correspondiente del día. Al final, el contexto temporal determina qué contenido de la memoria debe emerger a la superficie.

La capacidad de *Apis mellifica* para dominar tareas, que solemos considerar problemas abstractos, resulta asombrosa.

Martin Giurfa, antiguo colaborador nuestro y hoy en la Universidad de Toulouse, demostró que las abejas pueden llegar al aprendizaje y la abstracción categóricas, sin que debamos admitir, para ello, procesos “conscientes”. Si se ofrecen patrones de alimentación, que se modifican constantemente, y cuya única propiedad común sea la “simetría especular”, las abejas acaban prefiriendo cualquier tipo de patrón con simetría especular (véase el recuadro “Cuestión de simetría”). Lo mismo sucede si se ofrece una gratificación asimétrica. Por consiguiente, las abejas pueden generalizar la propiedad coincidente —simetría o asimetría— de los patrones sucesivos y asignarles una categoría determinada.

Un modelo sencillo de abstracción

En otros experimentos se ha comprobado que los animales resuelven con mucha más rapidez la tarea inversa —por ejemplo, reconocer un patrón asimétrico— si previamente han superado el test de la simetría especular. Al parecer, interiorizan el principio abstracto según el cual las tareas de aprendizaje se encuentran “hilvanadas”, a saber, contemplar la propiedad de un patrón que sólo puede reconocerse mediante su comparación con otros.

No pueden separarse los dos procesos necesarios para este tipo de capacidad, es decir, el aprendizaje y el recuerdo. La

El eslabón entre el aroma y la recompensa

Las abejas asocian enseguida los aromas con la recompensa. Mientras la abeja permanece atrapada dentro de un tubo, se estimulan sus antenas con una gota de una solución azucarada. Hambrientas, estiran, de inmediato y de forma refleja, las trompas. Con ellas exploran el alimento ansiado y, una vez a su alcance, lo lamen con voracidad. Esta reacción no condicionada (no aprendida) se puede enseñar, adiestrándolas a asociar la oferta del alimento con un aroma. Para ello, unos segundos antes de estimular las antenas y ofrecer la comida, se expone a los insectos a un determinado aroma. Basta con un solo “emparejamiento previo” (es decir, primero se ofrece el estímulo aromático para el aprendizaje y luego la recompensa), para que más de la mitad de los insectos responda con un estiramiento de la trompa sólo con el olor. Si se repite la experiencia, la probabilidad de observar este comportamiento se eleva hasta más del 80 %.

EJERCICIOS CON LA TROMPA. La abeja ha quedado atrapada en un tubo y sólo alcanza la solución glucosada si despliega por entero la trompa.

Para comprobar que el aroma no es la causa de la reacción de la trompa, se invierte la secuencia de adiestramiento; se ofrece primero el alimento y luego el aroma. En este caso, los animales no responden al estímulo aromático.

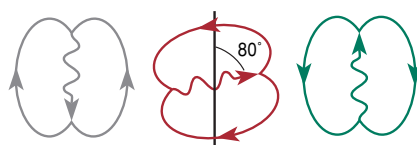
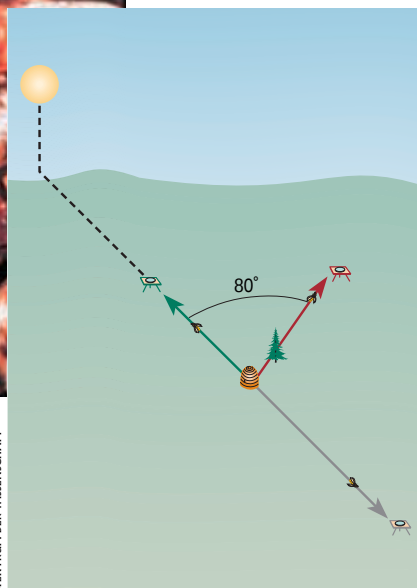


RANDOLF MENZEL



2. EL BAILE DE LA COLA. Una obrera satisfecha comunica a sus compañeras de nido la posición de una fuente alimentaria. El ángulo que forma el cuerpo durante el coleteo (en el centro de las figuras con forma de 8) con la vertical se corresponde con el ángulo comprendido entre la dirección del vuelo y la del Sol.

SPKTRUM DER WISSENSCHAFT



Movimientos en 8 que compone la abeja en su danza sobre un panal horizontal

recuperación de los datos de la memoria (ya sea para comparar un patrón, visto poco antes, con otro inédito) supone, en ese momento, otro nuevo aprendizaje. Ambos, la información recién aprendida y la recuperada en la memoria anterior, configuran la memoria operativa, vigente en ese momento y reguladora del comportamiento. No obstante, su capacidad es limitada. Así, una persona sólo puede, por regla general, depositar en este fugaz almacén temporal siete (más/menos dos) unidades informativas.

Otto Koehler, etólogo de renombre, investigó, entre 1926 y 1959, la cuestión de si los animales superiores sabían “contar”. Averiguó que los cuervos pueden separar hasta siete patrones de manchas —presentados de forma simultánea durante breve tiempo—, en función del número de aquéllas. La memoria operativa de los cuervos puede, pues, reconocer simultáneamente y clasificar siete estímulos visuales. En realidad, la regla del 7 ± 2 es también aplicable, como mínimo, a los monos y a las aves.

¿Y en cuántos elementos se puede fijar a la vez una abeja? Uwe Greggers, de nuestro grupo de trabajo, ha medido la capacidad de la memoria operativa de *Apis mellifica*. En el experimento, una abeja se posa sobre cuatro flores artificiales que cada hora proporcionan una cantidad muy diferente de néctar. La recompensa que una obrera recibe, cuando se posa en una de estas flores donadoras de azúcar, depende de dos factores: la “tasa de producción” momentánea y el tiempo transcurrido desde la última visita a esa flor.

En este caso, *Apis mellifica* adapta la frecuencia de sus visitas a la producción del néctar para poder repostar, por término medio, aproximadamente la misma cantidad de jugo de cada flor. La abeja desarrolla una suerte de “conducta expectante”: cuanto mayor recompensa promete una flor, en virtud de la experiencia del propio insecto, tanto más tiempo trata de succionar. Si, en una de sus rondas, la abeja encuentra una cantidad menor o mayor de néctar de la esperada, acomoda sus “expectativas” para la siguiente visita.

Expectativas de la abeja

En nuestros experimentos, las abejas llegaron a volar hasta cuatro floraciones diferentes. En todo momento recordaron en qué grado se desviaba la recompensa de una floración concreta. Por término medio, los insectos precisaron 10 minutos para apreciarlo. Así pues, no podemos todavía afirmar si el tiempo o el número de experiencias delimitan la memoria operativa. Pero se observa un hecho cierto: *Apis mellifica* elabora una memoria operativa diferente para cada una de las cuatro floraciones que, como mínimo, dura 10 minutos y que, en el transcurso ese intervalo, no puede ser enmascarada por un número mayor de cuatro experiencias adicionales.

Martin Giurfa, en colaboración con Mandyam Srinivasan, de la Universidad

Nacional Australiana en Canberra, llevó a cabo otros experimentos muy ilustrativos sobre la memoria operativa. Utilizó una caja sin tapa y en forma de Y; al final de los dos ramales colocó un goteo con una solución glucosada (véase la figura 3). El orificio de incursión se encontraba en el “pie” de la i griega; estaba marcado con un anillo cromático denso. Sin embargo, la recompensa esperaba al final de una de las dos ramas, en la que también se había colocado un anillo de color. El experimento se había concebido de manera tal, que las abejas sólo recibieran el alimento si escogían la rama cuya marca terminal de color era idéntica a la del orificio de incursión. Por contra, otros animales sólo recibían la recompensa si volaban hacia la marca diferente.

Las abejas del experimento se mostraron intrépidas y resolvieron pronto la labor. Al parecer, grabaron en su memoria operativa la marca recién observada, la compararon con una de las percibidas más tarde y eligieron, entonces, el ramal correspondiente. ¿Pueden los animales aplicar estas estrategias satisfactorias a los nuevos estímulos, es decir, aplicar una regla del tipo “elige siempre el mismo color (o el color distinto) del que acabas de ver?”.

Para verificarlo, en vez de los anillos de color ofrecimos a las abejas unos patrones estriados, con una orientación diferente. Y, una vez más, tras aprender el experimento con los colores, acertaron, a la primera, el objetivo y se dirigieron al patrón estriado con el alimento. Es probable que las abejas puedan incluso trasladar la regla a un par de aromas, si antes han llegado a dominar la tarea con un par de colores.

Este tipo de capacidades se basa en procesos que discurren en la memoria operativa. La memoria a largo plazo no se crea en el momento del aprendizaje, sino en el transcurso del tiempo. Se ha demostrado que el almacenamiento estable de la información de muchas especies animales, incluidos los gasterópodos, los cangrejos y los insectos, va precedido de varias fases de memoria que se distinguen en el modo de almacenamiento del contenido, las estructuras cerebrales concernidas y la regulación que ello supone del comportamiento real. Como sucede con otros animales, las abejas disponen, como mínimo, de tres tipos de memoria: a corto, medio y largo plazo.

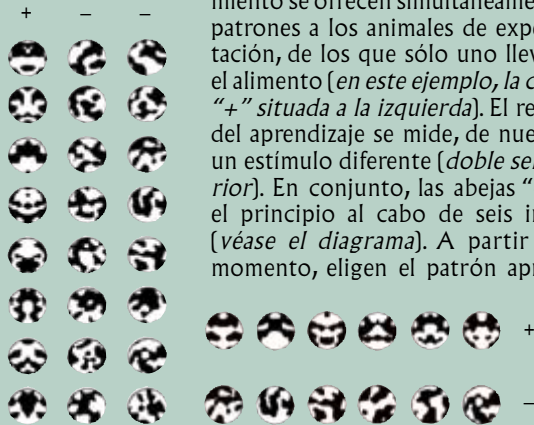
Memoria trifásica

¿Por qué el cerebro adopta una estrategia tan complicada? ¿No resultaría más inteligente y seguro almacenar de inmediato la mayor cantidad posible de información

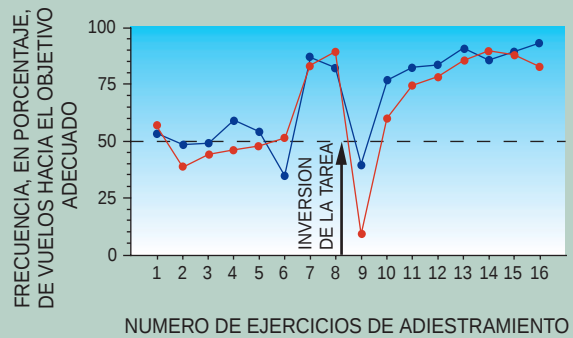
Cuestión de simetría

Cuando se alimenta en varias ocasiones a las abejas con patrones simétricos cambiantes, aprenden que la propiedad de la "simetría" constituye una señal del alimento. Este mismo comportamiento se da si se asocia reiteradamente la recompensa con estímulos asimétricos. Para el adiestramiento se ofrecen simultáneamente tres patrones a los animales de experimentación, de los que sólo uno lleva hasta el alimento (*en este ejemplo, la columna "+" situada a la izquierda*). El resultado del aprendizaje se mide, de nuevo, con un estímulo diferente (*doble serie inferior*). En conjunto, las abejas "captan" el principio al cabo de seis intentos (véase el diagrama). A partir de ese momento, eligen el patrón aprendido

MARTIN GIURFA



en un 80 % de las ocasiones. Si se les obliga a cambiar repentinamente la información aprendida —en lugar de un patrón simétrico de alimentación se ofrece otro asimétrico—, bastan unas cuantas repeticiones para que el insecto se adapte a la regla opuesta. Al parecer, las abejas "entienden" el principio que subyace bajo estas tareas de aprendizaje.



THOMAS BRAUN, SEGUN MARTIN GIURFA

y recuperar, después, los datos de ese depósito? Se aduce, a menudo, que los procesos moleculares y celulares de la formación de la memoria también son muy complejos y exigen su tiempo. Y mientras se modifican los contactos entre las neuronas —las sinapsis—, se crean nuevas conexiones o se destruyen otras, se precisa como mínimo una memoria pasajera. Sabemos, además, que todos los procesos necesarios discurren con una rapidez espectacular, en menos de un segundo. En cambio, para que se cree una memoria estable, se necesitan días o semanas. ¿Acaso hay razones de peso para que se demore la elaboración de la memoria?

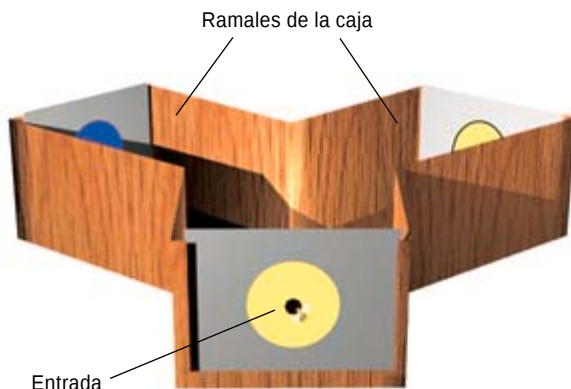
Es muy probable que las distintas fases se adapten a procesos diversos, que el animal acopla a su ritmo natural de vida.

Se trata de una hipótesis que admite un fácil análisis en el caso de las abejas. Cuando la abeja emprende el vuelo para la recogida de néctar debe fijarse, en una sucesión rápida, en muchas características diferentes de la floración, como el color o el aroma. Para eso se vale de la memoria reciente. A su regreso a la colmena, se examina la utilidad de la carga, con lo que la experiencia de aprendizaje reciente se modifica. El animal utiliza esta vez la memoria a medio plazo.

Unicamente cuando los contenidos almacenados en estas memorias se consolidan a lo largo de una serie consecutiva de días y la oferta del mercado floreciente no exige ningún aprendizaje nuevo o diferente, se dispone una inicial memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo

que se instaura después, al cabo de varios días, probablemente sea la responsable de los recuerdos más estables: por ejemplo, la posición, las características visuales o el olor del almacén doméstico. Pero tampoco estos contenidos de la memoria pueden esculpirse en mármol. Al final, los enjambres abandonan las colmenas cuando el sitio se les queda pequeño; son precisamente las abejas más experimentadas las que, en compañía de la antigua reina, buscan una nueva colonia.

Cabe hacerse otra pregunta, precisamente ante insectos sociales como las abejas, los abejorros, las avispa o las hormigas, animales que siempre regresan a la colonia: ¿saben dónde se encuentran cuando vuelan o caminan por la zona? Dicho de otra manera: ¿pueden elegir un objetivo desde el lugar en el que se hallan en ese momento y poner rumbo directo a él? Cuando una abeja halla floraciones, en las que puede recoger toda la



THOMAS BRAUN / SEGUN RANDOLF MENZEL

Parejas de marcas



3. CONCEPTO DE IGUALDAD. Una abeja aprende a encontrar el alimento situado en el extremo del ramal amarillo, después de atravesar el orificio de incursión, de idéntico color. El insecto aplica la regla "elige siempre el mismo color". A continuación, se cambian los colores por patrones y la abeja acierta a la primera. En definitiva, aprende la regla "no elijas dos veces lo mismo" y la aplica.



BLICKWINKEL

carga, vuela por el camino más corto de regreso hacia la colmena. Al parecer, la abeja “sabe” en todo momento que puede emprender el camino a la colmena, después de recoger el alimento. Este mismo comportamiento siguen las especies de hormigas que no se orientan por la estela del aroma, como la hormiga del desierto, de patas largas, *Cataglyphis*: si, durante sus rondas circulares, la hormiga descubre un insecto muerto, es capaz de encontrar, desde cualquier lugar donde esté, el orificio oculto de su nido.

Sentido extraordinario de la orientación

Las abejas y las hormigas se orientan por la posición del Sol y, cuando se cubre el cielo, por el patrón específico de polarización del azul celeste. Para ello utilizan una especie de piloto automático: en cuanto abandonan el nido, graban todos los componentes posicionales de las sendas recorridas. De la medición de los sectores longitudinales se ocupan los ojos, que graban esta información vectorial en la memoria operativa. Para nuestra sorpresa, las abejas descubren enseguida el camino a la colmena cuando se las coloca en una cajita oscura y, luego, se las libera en cualquier punto situado en un círculo de aproximadamente un kilómetro con respecto a la colmena. Gracias a un sistema especial de radar se ha podido trazar el vuelo completo e investigar con exactitud este fenómeno (véase el recuadro “Seguimiento del vuelo de las abejas”). Así, se ha observado que las abejas ponen rumbo directo a la col-

mena después de unos vuelos circulares de exploración. El tiempo que tardan en los rodeos depende, al parecer, de las reservas nutricionales que transporten. Si el acopio es escaso, el vuelo de regreso no se demora lo más mínimo.

¿Cómo es posible que estos insectos secuestrados hallaran de nuevo el camino? No es probable que el piloto automático funcionara, puesto que las abejas recluidas dentro de una caja oscura no pudieron utilizar su brújula solar ni medir los pasos. Quizás estos animales hayan adquirido una memoria espacial durante sus primeros vuelos de reconocimiento alrededor de la colmena. ¿Cómo se estructura esta memoria?

En condiciones normales, todos los vuelos comienzan y terminan en la colmena propia. El piloto automático comunica a la abeja en todo momento la senda más corta hacia la colmena, es decir, indica el vector correspondiente de retorno. Por eso, cabe imaginar que la abeja, al sobrevolar determinados lugares característicos, asocie el vector de retorno con dichas referencias. En este caso, la memoria espacial se componía de una plétora de vectores “prendidos” a las referencias reconocibles que indicaban la dirección de su colmena.

¿Cabe sostener, todavía, esta hipótesis de exclusividad? En cierto experimento se adiestró a las abejas para que volaran hacia una zona de alimentación muy alejada del nido. Luego, se las introdujo en una cajita. Se llevó la cajita a un punto alejado de la colmena, en un radio de un kilómetro. ¿Qué sucedió? Una

4. LA BUSQUEDA DEL POLEN. Las abejas poseen, cabe admitirlo, una memoria espacial organizada a modo de mapa que les faculta para poner rumbo directo, por los caminos más diversos, hacia las fuentes de alimentación.

parte de las abejas optó por no regresar a la colmena, sino que se dirigió a la fuente de alimentación. Esta vía no la habrían podido tomar si sólo hubieran dispuesto de un mapa vectorial con la dirección domiciliaria.

Estos estudios ponen de relieve que las abejas poseen una memoria espacial, estructurada a modo de un mapa, donde consignan algo más que su colmena. A imagen de lo que acontece en el hombre, las mencionadas referencias no sólo corresponden a objetos diferentes y reconocibles en todo momento, sino que se almacenan también en una posición contigua.

Los resultados agrupados de los experimentos de aprendizaje y orientación revelan que el cerebro de los insectos es mucho más capaz, flexible e integrador de lo que se suponía. ¿Cómo podríamos, pues, describir un modelo nuevo y adecuado sobre la cognición de los insectos?

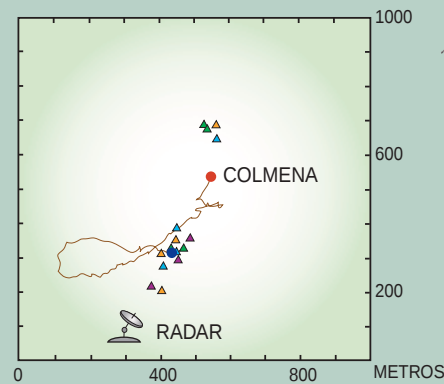
La idea original partía de módulos aislados y elementales de comportamiento (véase la figura 5, a la izquierda). Pensemos en el piloto automático de navegación ya citado, la determinación del azimut solar a partir del patrón de polarización de un fragmento de cielo azul, el ritual de la comunicación por la danza, con el que las abejas comunican a sus com-

Seguimiento del vuelo de las abejas

El haz de un radar es reflejado por todos los objetos del entorno, razón por la cual no se podía reconocer, con el equipo original de radar, el vuelo de una abeja minúscula. Sólo cuando Joe Riley, del Instituto Nacional de Investigación de Malvern, creó el denominado sistema "armónico" de radar se pudo trazar el vuelo de las abejas.

Se colocó, para ello, una miniantena en el dorso de los animales. Esta absorbe la energía del impulso del radar lanzado desde la primera pantalla y lo transforma en un impulso con una longitud menor de onda que irradia luego en todas las direcciones. La señal es captada por una segunda pantalla de radar que gira de forma sincrónica con la primera y que carece de sensibilidad para el haz original y para las longitudes de onda reflejadas.

En una planicie se puede registrar el vuelo de una abeja en un círculo de aproximadamente un kilómetro. A la derecha se muestra el trayecto seguido por una abeja que fue soltada a varios centenares de metros de su colmena.



REGRESO A LA COLMENA. Después de una ronda, la abeja pone rumbo a su colmena. La abeja se orienta por las referencias más llamativas (triángulos).

THOMAS BRAUN, SEGUN RANDOLF MENZEL

pañeras la dirección y la distancia de un lugar importante, la asociación de un vector de vuelo con una referencia y también el aprendizaje y la grabación independientes de las señales de color, patrón y aroma. El cometido del sistema nervioso residiría en activar el módulo adecuado y en suprimir los demás. Este tipo de red se tornaría enseguida muy complejo, debido al número de módulos y a las posibles interacciones entre ellos.

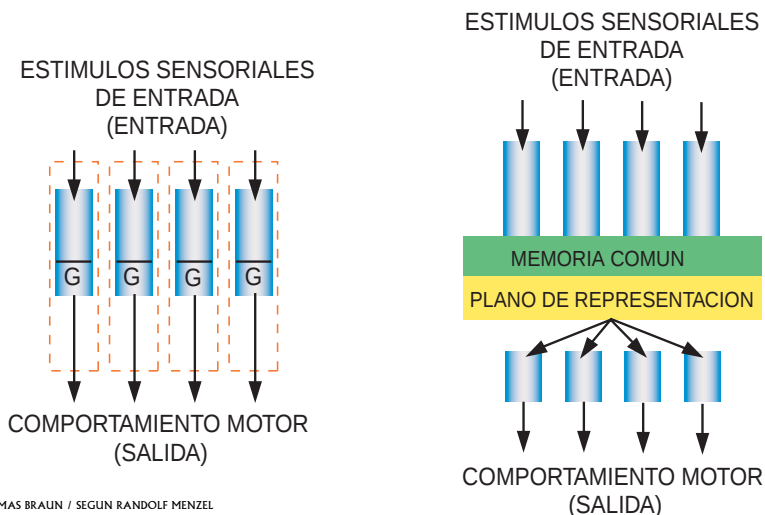
Además, en nuestros experimentos hemos observado que las abejas establecen categorías y pueden trasladar las reglas de aprendizaje a otras situaciones, incluso si para ello necesitan recurrir a sentidos diferentes, como el olfato o la visión. Si todo ello hubiera de resolverse a través de conexiones modulares, estos contenidos se almacenarían de forma paralela y dispersa, lo que exigiría a la memoria una capacidad retentiva extraordinaria.

Experimental sin actuar

Por eso, nosotros proponemos que se acepte un plano de integración de estos cerebros minúsculos, análogo a los conceptos elaborados para los grandes encéfalos y denominados "planos de representación". Lo que discurre dentro del cerebro se puede denominar, con propiedad, "acción interna" o "experimental sin actuar", considerando que estos procesos no tienen por qué devenir conscientes para el animal.

De los experimentos etológicos descritos parece inferirse la existencia de este tipo de planos. La cuestión sobre el *cómo* se elaboran las representaciones en el cerebro humano y animal constituye uno de los mayores misterios de la investigación cerebral. Pero quizás estos estudios con los cerebros de insectos permitan algún día descifrar el arcano.

5. MODELO DE INTEGRACION. La figura de la izquierda ilustra la concepción original sobre la organización del cerebro de un insecto: varios módulos de comportamiento que se activan según la necesidad y que disponen de su memoria propia. Según un modelo alternativo (*a la derecha*), el comportamiento se regula en una memoria común y en un plano de representación que capacita al insecto para acomodar su reacción a los estímulos nuevos.



THOMAS BRAUN / SEGUN RANDOLF MENZEL

RANDOLF MENZEL, profesor del departamento de neurobiología de la Universidad Libre de Berlín, ha recibido el premio Leibniz y el premio Körber para la investigación europea.

Bibliografía complementaria

SYMMETRY PERCEPTION IN AN INSECT. M. Giurfa, B. Eichmann y R. Menzel en *Nature*, vol. 382, págs. 458-461; 1996.

THE CONCEPTS OF SAMENESS AND "DIFFERENCE" IN AN INSECT. M. Giurfa *et al.* en *Nature*, vol. 410; págs. 930-933; 2001.

COGNITIVE ARCHITECTURE OF A MINI-BRAIN: THE HONEYBEE. R. Menzel y M. Giurfa en *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 5, págs. 62-71; 2001.

Georg Büchner y la anatomía cerebral comparada

Considerado uno de los escritores alemanes más importantes de todos los tiempos, Büchner destacó también por sus investigaciones sobre los nervios craneales

Hans-Joachim Pflüger y Steve J. Ayan

“**D**urante el día estoy ocupado con el escalpelo y por la noche con los libros”, escribía Georg Büchner en noviembre de 1836 a su hermano Wilhelm. No habían transcurrido tres meses desde estas palabras cuando le llegó la muerte, víctima de una infección tifoidea. Tenía 23 años.

Su fama le viene de su obra literaria, harto exigua sin embargo. En los dos años previos a su muerte escribió *La muerte de Danton* (un drama sobre la Revolución francesa), *Leonce y Lena* (una comedia), *Woyzeck* (tragedia inacabada) y un ramillete de obras intemporales que aún se encuentran en el repertorio de muchos teatros. El fragmento de novela titulado *Lenz*, de 1835, propició la fama de Büchner como psicólogo dotado de una sensibilidad especial, capaz de sondear los abismos del alma humana.

Pero las pasiones de Büchner no se limitaron al campo literario. En su profesión como médico (más exactamente como neuroanatomista), con la cual se ganó la vida, entró en el escalafón universitario. En un tiempo de tránsito de la *Naturphilosophie* romántica a la ciencia empírico-exacta, este inteligente disector contribuyó considerablemente al conocimiento moderno del cerebro y de sus vías nerviosas.

Carl Georg Büchner nació un 17 de octubre de 1813, hijo del médico y cirujano Ernst Karl Büchner y de su mujer Caroline, en Goddelau, localidad situada

entre Mannheim y Darmstadt, perteneciente entonces al Gran Ducado de Hesse. Georg, el mayor de seis hermanos, creció en un ambiente burgués y culto, cincelado por el ateísmo de un padre con un marcado carácter práctico y por la sosegada sensibilidad y el temperamento protector de su madre.

Desde su adolescencia Büchner se dedicó con intensidad a las cuestiones relacionadas con la religión, la metafísica y la ética, aunque ello no fue óbice para que su interés por las ciencias naturales se despertara también prontamente. El 9 de noviembre de 1831, con tan sólo 18 años, se inscribió en la Universidad de Estrasburgo para estudiar la carrera de medicina. El ambiente de esta ciudad, con su mezcla de culturas alemana y francesa, le dejó fascinado. Allí encontró, además, a la que se convertiría en su prometida, Luise Wilhelmine Jaegle, a la que llamaba Minna, hija del párroco protestante en cuya casa Büchner se alojaba.

La polémica científica

En la universidad, Büchner siguió, entre otros cursos, el dictado por el anatomista Georges Louis Duvernoy, representante del positivismo, corriente intelectual que se atiene a los hechos objetivos de la naturaleza. A esa doctrina se la considera hoy precursora de la investigación empírica.

Asistió también a las clases del fisiólogo Ernest Alexandre Lauth, más proclive a la filosofía natural especulativa; esa escuela defendía que en la variedad

de las formas de vida se plasmaba una idea superior, cuyo conocimiento es posible *a priori*, esto es, “mediante la razón”, sin que se precise para alcanzarlo la inquisición experimental. La polémica entre estas dos corrientes, la empírica y la especulativa, habría de determinar el pensamiento de Büchner.

En su época de estudiante universitario Büchner desarrolló no sólo un vivo interés por la anatomía comparada y la zoología; la política le sedujo también. Los movimientos libertarios y socialmente críticos desencadenados por la revolución parisienne de julio de 1830 ejercieron en él una poderosa atracción. Büchner se comprometió a ambos lados del Rin con la democracia y los derechos humanos, lo que le acarreó continuos conflictos con el poder.

Por entonces no cabía pensar en vivir de la creación literaria. Siguiendo los pasos de su abuelo y de su padre, pensó dedicarse al ejercicio de la medicina. Para establecerse en su Hesse natal debía, según las leyes vigentes en el Gran Ducado, acreditar la terminación de sus estudios en una universidad nacional. Büchner se trasladó de Estrasburgo a Giessen en el verano de 1833. Alejado de su prometida y de sus amigos, no se sintió cómodo en su nuevo ambiente. La propia institución universitaria le deprimía. Veía en el claustro de Giessen una cohorte de “figuras decrepitas”.

La estrechez política y espiritual de la ciudad ahogaban su espíritu. Llevado por su animosidad y desprecio ante la sociedad de su entorno, entró en la brega



PINTURA ANÓNIMA (EN TORNO A 1850) / INTERFOTO

1. GEORG BÜCHNER (1813-1837) murió en la flor de su juventud, tronchándose una prometedora carrera científica.

política. Fruto de esa inquietud es su escrito polémico *El mensajero de Hesse*, de marzo de 1834. Leemos allí su famosa proclama “¡Paz a las cabañas y guerra a los palacios!”.

Perseguido por la justicia de Hesse, tuvo que volver, un año después, y a una de caballo, a Estrasburgo. Apoyado por sus antiguos maestros Duvernoy y Lauth, retomó allí definitivamente sus estudios científicos y en el invierno de 1835/36 disecó con habilidad exquisita el sistema nervioso de barbos, carpas y esturiones.

Los conocimientos logrados con estas preparaciones conformaron el contenido de tres comunicaciones presentadas ante la Sociedad de Historia Natural de Estrasburgo en abril y mayo de 1836. Esta misma Sociedad imprimiría poco después la monografía de Büchner titulada *Sur le système nerveux du barbeau*.

Criterios controvertidos

En 1835 publicó *Lenz y Leonce y Lena*. En septiembre de 1836 adaptó su estudio sobre la anatomía cerebral para obtener la promoción en la Universidad de Zúrich, que le valió el grado de doctor. Tras defender su tesis, con el dictado de una lección magistral, sobre los nervios craneales, Büchner fue nombrado en octubre de ese mismo año Privatdozent (profesor no numerario).

En esta conferencia encuentra su expresión más acabada el talante investigador del anatomista en ciernes. La lección comienza con su posición contraria a uno de los criterios de la observación de la naturaleza: el controvertido principio teleológico, en pleno auge entonces en Francia y en Inglaterra. Para Büchner, sus proponentes resaltaban exclusivamente la función y la finalidad de los órganos corporales.

Nuestro anatomista con formación filosófica exponía en su texto: “Todo organismo es para ella (la ciencia teleológica) una máquina intrincada dotada de medios habilidosos que le permiten mantenerse con vida hasta un cierto punto. Hace del cráneo una ingeniosa bóveda con pilares determinada para proteger su contenido (el cerebro); de las mejillas y de los labios, un aparato masticatorio y respiratorio; del ojo, una lente compleja; de los párpados y de las pestañas, meros colgantes delanteros suyos; y de las lágrimas, gotas de agua que lo mantienen húmedo”.

Estética contra biología

La oposición de Büchner ante ese esquema de razonamiento debe entenderse en el contexto de su tiempo. A comienzos del siglo XIX las ciencias de la naturaleza y las ciencias humanas iban todavía juntas de la mano. Por consiguiente, muchos estudiosos no sólo basaban las teorías en la observación empírica, sino que las apuntalaban también con ideas filosóficas y estéticas. Inmerso en esa tradición, resultan comprensibles sus dudas contra el pensamiento biológico finalista.

“El método teleológico se mueve en un círculo vicioso, al considerar finalidades lo que únicamente son funciones de los órganos. Dice, por ejemplo, que no es que tengamos manos con las cuales podemos agarrar, sino que agarramos porque tenemos manos. La finalidad más probable es la única ley del método teleológico. Uno se pregunta de inmediato por la finalidad de esa finalidad; cada pregunta se convierte así en un proceso *in infinitum*.”

De ese círculo sólo podría salirse quien aportara un principio vital superior. Pero eso es justamente lo que, para Büchner, resulta impensable. (Habría de transcurrir todavía un cuarto de siglo para que Darwin estableciera su “lucha por la existencia”.) Büchner atiende a otro principio de carácter filosófico-natural, cuya tesis nuclear formula en los siguientes términos: “La naturaleza se basta a sí misma en todas sus manifestaciones, sin mediación

Medicina y literatura

Georg Büchner (1813-1837) ocupa un lugar de privilegio en la historia de las letras alemanas. Su obra literaria comprende tres dramas —*La muerte de Danton*, *Leonce y Lena* y *Woyzeck*—, amén de una novela inacabada, *Lenz*. La protesta de Büchner contra la penosa situación política de comienzos del siglo XIX se hizo patente en *Woyzeck*. Recoge en ella la historia real de un soldado pobre e infeliz, representante de los estratos sociales más bajos. El 27 de agosto de 1824 era ejecutado Johann Christian Woyzeck en la plaza del mercado de Leipzig, culpable confeso de la muerte de su prometida. El caso desencadenó un encendido debate sobre la culpabilidad del delincuente, pues el depresivo Woyzeck, que sufría alucinaciones, parecía más un caso del campo de la psiquiatría que de la justicia criminal. Con mirada analítica Büchner hizo también un diagnóstico médico y certificó al antihéroe una “nítida alienatio mentis”, una “alienación mental”. Los numerosos malentendidos y dobles sentidos que salpican el *Woyzeck* hacen del clásico de Büchner un precursor del teatro del absurdo.

INTERFOTO



AL LIMITE DE LA LOCURA.

En la versión cinematográfica de *Woyzeck*, Klaus Kinski realizó una interpretación magistral del personaje.

alguna. Todo lo que es, lo es por causa de ella misma”.

El investigador de la naturaleza debe buscar la “ley primordial, una ley de la perfección que, a partir de los esbozos y las líneas más simples, puede llegar a engendrar las formas más altas y acabadas”. Büchner ve en esta ley los puentes por él anhelados entre la razón y la experiencia inmediata de la naturaleza, un ideal típicamente romántico.

Estaba convencido de que los avances de la botánica y de la zoología, de la fisiología y de la anatomía comparada le facilitarían la búsqueda de esa ley, que era la ambición básica suya como investigador. Pensaba que en el estudio de las diversas formas de vida surgirían cada vez más “camino relacionados y la mirada, abrumada ante la cantidad infinita de hechos, contemplaría conmovida y complacida maravillas tales como la metamorfosis de la planta a partir de la hoja, la derivación del esqueleto desde las formas vertebrales y la metamorfosis —que pudiera incluso llamarse metempsicosis— del feto durante el período embrionario”.

Así se fue aproximando a su auténtico objetivo: la teoría vertebral del cráneo.

Se trataba de una de las cuestiones candentes en la investigación de la época. Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) y Carl Gustav von Carus (1789-1869) habían propuesto ya que el cráneo era un prolongación engrosada de la

columna vertebral. El cerebro y sus vías nerviosas debían seguir, por tanto, un principio formativo análogo al de la médula espinal.

Metamorfosis en el interior de la caja craneana

Büchner reflejaba, en su lección magistral, esa línea de pensamiento: “Puesto que se ha dicho que el cráneo es una parte de la columna vertebral, debería también afirmarse que el cerebro es una médula espinal metamorfoseada y que los nervios craneales son nervios espinales”. En aquel tiempo los anatomistas discrepaban sobre el número y la división de los nervios craneales. Büchner proponía “dirigirse a la propia naturaleza para solucionar este problema”.

De las palabras a los hechos. Se planteó las preguntas fundamentales: ¿qué nervios craneales aparecen primeramente en los vertebrados inferiores?, ¿cómo se relacionan estos nervios con las distintas partes del cerebro? y ¿cuáles son las leyes que siguen las modificaciones en su número y recorrido al pasar de unas especies a otras? Aun cuando Büchner no fue el primero en señalar la posible relación entre los nervios espinales y los craneales, nadie había descrito antes de forma tan detallada y acabada su exacta relación anatómica.

Eligió por modelo experimental el barbo no sólo por su abundancia en los grandes ríos, sino también por su esqueleto robusto que permite una manipulación más fácil. Hubo una tercera razón poderosa: “Muy probablemente resulta inútil buscar la solución de un problema anatómico cuando se tiene sólo ante los

Los nervios espinales y craneales

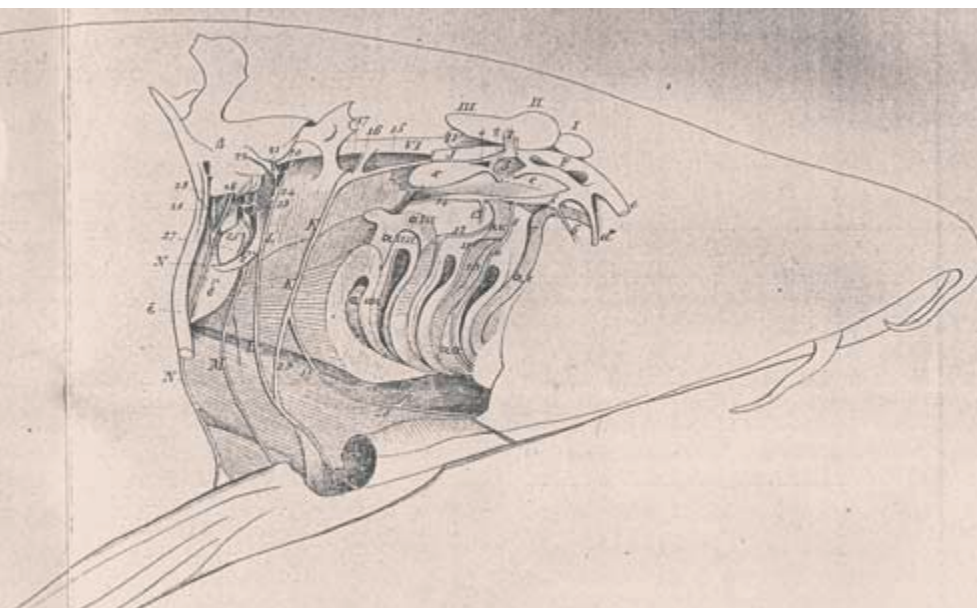
Las fibras nerviosas atraviesan nuestro cuerpo. A través de ellas el sistema nervioso central (el cerebro y la médula espinal) se comunica con los músculos y los órganos. A través de las vías nerviosas eferentes transmite, por ejemplo, órdenes motoras, mientras que las vías aferentes transmiten información procedente de los órganos de los sentidos, para su posterior reelaboración en el cerebro.

En la parte superior de la médula espinal dominan las proporciones anatómicas: los nervios espinales emergen limpiamente del canal vertebral distribuidos por segmentos. Pero en el caso de los nervios craneales las estructuras

son más complejas. Doce pares inervan en el hombre fundamentalmente la cabeza y la región laríngea y controlan, entre otras, la mecánica de las articulaciones y la mímica, así como los sentidos de la vista, el oído y el gusto. Pero la situación y la forma de los nervios craneales varían de unos individuos a otros. El intento de Georg Büchner de reducir los nervios craneales y espinales de los peces a un plano unitario de formación, que sería también válido para el ser humano, debe considerarse fracasado. Pese a ello, Büchner merece un lugar de reconocimiento en la historia de la ciencia moderna del cerebro y de su desarrollo.



OKATIA



HANS-JOACHIM FÜLGER



2. EL OBJETO DE ESTUDIO DEL

POETA. Büchner disecó el cerebro del barbo de río (*Cyprinus barbus*) a lo largo de noches enteras de minucioso trabajo. Los dibujos, salidos de su pluma, muestran el origen y el curso de los nervios craneales.

ojos su apariencia formal en la figura más desarrollada, es decir, la humana. Las formas más simples nos llevan siempre a lo más seguro, porque en ellas sólo se muestra lo original, lo absolutamente imprescindible". En otras palabras, Büchner pretendía deducir, a partir de la comparación morfológica de distintos sistemas nerviosos, un principio formativo general, el "tipo primigenio". Su

método "genético" debía comenzar, por tanto, por los animales inferiores.

También la biología molecular moderna, basándose en el estudio de las relaciones de parentesco entre los organismos, procede de un modo similar. Mejor incluso que Büchner podría defender hoy en día un zoólogo la pertinencia de una investigación "que comienza con las organizaciones más simples y avanza progresivamente hacia las más complejas".

El resto de la lección magistral está dedicada al examen exhaustivo de los distintos nervios craneales. Tras describir el curso y las peculiaridades de cada cordón nervioso, llega a la siguiente conclusión: "Seis son, por tanto, los pares

nerviosos craneales encontrados: 1. el nervio olfatorio, 2. el nervio óptico..., 3. el trigémino, 4. el acústico, 5 el vago, y 6. el hipogloso". A este conjunto Büchner lo denominó "nervios espinales con una potencia más elevada"; los hizo corresponder con seis supuestas vértebras craneales. Los seis restantes pares craneales, presentes en todas las clases superiores de animales, los considera erróneamente meras ramas modificadas.

En 1859 el británico Thomas Huxley refutó la teoría vertebral del cráneo. El cerebro está construido de una forma bastante más compleja que la médula espinal, que se muestra estrictamente segmentada. Con esta afirmación quedó también condenado al fracaso todo



intento de establecer paralelismos entre los nervios espinales y los craneales. Resulta claro que en este punto Büchner había ido, con algunas generalizaciones, más allá de lo razonable, pero ello no resta valor a su principal contribución: la búsqueda de un principio “genético”.

Carta a su prometida

Mi querida pequeña: ...Estoy contando con los dedos las semanas que quedan hasta Pascua. Esto se vuelve cada vez más triste. Al principio las cosas iban bien: nuevos panoramas, nuevos hombres, nuevas relaciones..., pero ahora que me he acostumbrado a todo, ahora que todo sucede con regularidad, resulta difícil olvidar. Lo mejor es que mi fantasía se encuentra en plena actividad y la mecánica ocupación de las disecciones le deja hueco. Tu figura se me aparece al trasluz entre colas de peces, ancas de rana, etc. ¿No es esto acaso más conmovedor que la historia de Abelardo, al que siempre le acudía Eloisa entre los labios durante las oraciones? ¡Oh!, me vuelvo cada día más poético, todos mis pensamientos nadan en el espíritu.

Zúrich, 13 de enero de 1837

En el semestre de invierno de 1836/37 dio su primer y único curso en la Universidad de Zúrich. A sus “Demostraciones de zootomía” se apuntaron sólo cinco alumnos. En su laboratorio privado ponía de manifiesto, por separado, las relaciones anatómicas en los anfibios y los peces. Según la información aportada por uno de sus estudiantes, el docente dejaba de lado toda retórica vacía para ceñirse a las comparaciones perspicaces con las clases superiores de animales, las cuales quedaban ilustradas con sus propias disecciones, preparadas con esmero. Büchner fue sobre todo un escrupuloso observador y un habilidoso anatomista, que, armado tan sólo con un bisturí y una lupa, sabía diseccionar los minúsculos cordones nerviosos de peces, ranas y otros animales de una forma magistral.

De este último período de su vida procede también la carta a su hermano Wilhelm, citada al comienzo. Durante los cuatro meses de su exilio suizo, se dedicó, a la par que a sus estudios anatómicos, a la preparación de una conferencia sobre la filosofía alemana. Además, planeaba la publicación en forma de libro de los tres dramas que hasta ese momento llevaba escritos, mientras proseguía la redacción de una cuarta obra, hoy desgraciadamente desaparecida. Ninguno de esos ambiciosos planes se haría realidad.

3. MORIR EN ZÜRICH. A la ciudad situada a orillas del Limat se dirigieron a comienzos del siglo XIX muchos exiliados políticos alemanes. Georg Büchner fue enterrado aquí en 1837.

A comienzos de febrero de 1837, enfermó repentinamente de tifus. Probablemente se infectó con la bacteria mortal a través de los preparados de cadáveres de peces. Sucumbió en la medianoche del 19 de febrero de 1837. Junto a su lecho mortuario se encontraba Minna, llegada desde Estrasburgo. El periódico *Zürcher Tagblatt* de 21 de febrero informaba: “Hoy ha sido enterrado el señor Georg Büchner de Darmstadt, profesor no numerario en la Universidad local, hijo legítimo y amado del consejero médico Dr. Büchner, a la edad de 23 años, 4 meses y 2 días”.

HANS-JOAQUIM PLÜGER es profesor de neurobiología en la Universidad Libre de Berlín. STEVE J. AYAN es licenciado en psicología.

Bibliografía complementaria

GEORG BÜCHNER UND SEINE ZEIT. H. Mayer. Suhrkamp; Frankfurt am Main, 1972.

WERKE UND BRIEFE. G. Büchner. Münchner Ausgabe (9ª edición). dtv; Múnich, 2002.

La atracción del ocultismo en la adolescencia

Las prácticas ocultistas ejercen un atractivo particular en los adolescentes.

El peligro aumenta cuando la fascinación lúdica se transmuta en dependencia psíquica

Gunther Klosinski

Suena a algo casi increíble lo sucedido en los últimos años en algunas comunidades parroquiales de los Estados Unidos: las novelas de "Harry Potter" terminaron en la hoguera en medio de grandes aplausos. Se recriminaba que las historias del aprendiz de brujo indujeran, a niños y adolescentes, a las prácticas esotérica y promovieran el satanismo. Dicho en otros

términos: tras la obra de Joanne K. Rowling se emboscaba una figura de no menor relevancia que la del mismísimo demonio.

Las opiniones divergen entre los que las consideran historias didácticas de aventuras y los que ventean en ellas un peligro para el desarrollo psíquico del niño. Particular sobre el que han corrido literalmente ríos de tinta en los últimos meses, con opiniones antagónicas. Pero, en ese debate, suele olvidarse que el

entusiasmo de los niños y adolescentes por la magia y la hechicería empezó mucho antes del comienzo de la pottermanía. En Alemania occidental, las primeras encuestas científicas sobre el ocultismo juvenil, a comienzos de los noventa del siglo pasado, arrojaron ya el resul-

1. JUEGO PELIGROSO. Desde mediados del siglo XIX se viene acudiendo a las cartas de tarot como una suerte de oráculo.

CORBIS





2. CONJURANDO LOS ESPIRITUS.

Los participantes de una sesión tratan de entrar en contacto con los difuntos. La horripilante escena ejerce un poderoso efecto en la psique.

Fascinación por los mundos ocultos

¿Qué es el ocultismo? El concepto proviene del vocablo latino *occultum*, “lo escondido”. A diferencia de la magia o la astrología, el ocultismo constituye un fenómeno moderno; ninguna de las órdenes o logias correspondientes tiene una antigüedad superior a los 160 años. Las diferentes asociaciones ocultistas surgieron presuntamente como contrapeso a las corrientes de pensamiento racionalistas dominantes en el siglo de las Luces. La Ilustración del siglo XVIII proponía que la constitución del mundo podía comprenderse según leyes racionales.

Hoy día el término ocultismo acoge las más diversas corrientes de entender el mundo y prácticas asociadas. Todas ellas apelan a una idea de fenómenos y hechos de la naturaleza y de la vida anímica que no encaja con los parámetros científicos. Algunos ejemplos son la percepción extrasensorial (telepatía o clarividencia), los movimientos a distancia (psicoquinesia) o las apariciones fantasmales vinculadas a personas o lugares. De acuerdo con esa concepción, habría que remitir tales fenómenos a fuerzas desconocidas; casi siempre se manifiestan sólo a través de personas especialmente dotadas, los médiums. Súmese a ello otra nota distintiva: la creación de estructuras de relaciones simples o complejas; minerales, plantas, cartas de tarot, planetas, espíritus y demonios se asocian a propiedades humanas y a acontecimientos del presente o del futuro.

Desde la perspectiva de la psicología del desarrollo, la creencia en fuerzas ocultas no es antinatural; sobre todo en la infancia. Los niños de entre tres años hasta la edad escolar —la “fase mágica”— asignan frecuentemente a los objetos fuerzas especiales o propiedades humanas. Y asocian causalmente cualquier tipo de suceso o acontecimiento con otro. Citemos algunos: “Me he caído de la bicicleta porque mamá no me estaba mirando”; “Mi abuelita se pondrá buena si ahora pasa por aquí un coche rojo”. Y en sus juegos es la fantasía todopoderosa la que dirige una y otra vez el panorama. Los niños pequeños hacen volar mentalmente a los ani-

tado de que hasta el 44 por ciento de los escolares habían participado ocasionalmente en prácticas ocultistas.

Los titulares de prensa con noticias de actos violentos de clara motivación satánica atizan, comprensiblemente, el miedo de los padres. Pero no es recomendable fomentar el pánico. En los rituales ocultistas extremos, pensemos en las misas negras, participan pocos jóvenes. En una encuesta hecha en el año 1993 en diferentes centros escolares germanos, reconocía su asistencia sólo el 4,6 por ciento. Menor es incluso el número de los que caen en los círculos del “satanismo duro”, donde existe un peligro real de crueldades, incluidas la violación y el asesinato rituales. Hace pocos años Ingolf Christiansen, delegado oficial para la vigilancia de las

sectas en Alemania, cifraba en unos siete mil el número de satanistas practicantes.

Muy extendidas por contra están las prácticas de echar las cartas y mover los vasos en los círculos de amigos. No podemos minusvalorar su riesgo. Sucede con cierta frecuencia que jóvenes con alguna vivencia ocultista —piénsese en profecías negativas de su futuro— se desequilibran y desarrollan el síndrome de la angustia o comportamientos compulsivos, entre otros trastornos psíquicos. En tales casos, los padres, profesores y médicos tienen muchas dificultades en acceder a los jóvenes afectados. Una fórmula contrastada de ayuda es la de descubrir los motivos psicológicos, asociados a la edad, que fomentan entre los jóvenes el interés por lo oculto.



3. FANTASIAS TODOPODEROSAS. Practicar la magia significa tener todo controlado, una necesidad especialmente imperiosa en la niñez y en la pubertad, imposible de satisfacer en la vida real.

males; los muñecos mueren y resucitan, algo que les da la sensación de poder controlar todo ese mundo.

Esa mentalidad predominantemente egocéntrica de la edad preescolar se reactiva de forma transitoria en la pubertad. Pero tampoco desaparece del todo esa conciencia mágica más adelante. Cada uno de nosotros, aun sin pertenecer a ningún círculo ocultista, puede recaer —en situaciones extremas de tensión— en la fase mágica de la infancia, aunque generalmente sea por un tiempo limitado y carezca de significación desde el punto de vista psiquiátrico.

A la pregunta de por qué se ocupan del ocultismo, los jóvenes o los adultos acostumbran esgrimir razones de “curiosidad”, “interés por lo extraordinario” o “entretenimiento”. Sin embargo, a menudo hay algo más detrás de todo eso. Los jóvenes, especialmente en la fase de la pubertad, se cuestionan con notable intensidad muchos aspectos de su propia identidad.

En busca del sentido

El hecho de que los adolescentes se orienten hacia lo esotérico, espiritual y mágico expresa la búsqueda de un sentido de la vida y de valores y objetivos éticos; algo que los “adultos” parecen haber traicionado con su fe en el progreso y su continua aspiración al bienestar. Muchos jóvenes que acuden al ocultismo sufren crisis de sentido de la vida y de desesperanza, con miedo incluso al futuro. Werner Helsper, de la Universidad Martin Luther en Halle-Wittenberg, habla en este contexto de una nostalgia por el lugar conocido y seguro como la propia casa o por el “reencantamiento”, un deseo que no se limita a los adolescentes, como muestra el amplio interés por lo esotérico en todas las capas de la población.

A eso se añade en la mayoría de los adolescentes los problemas de la pubertad relacionados con los cambios operados en su cuerpo y la aparición de la sexualidad, percibida a veces como algo amenazante. Mientras que la religión

cristiana les invita a reprimir los instintos, la adoración comunitaria del “mal” ofrece la posibilidad de identificarse con los propios deseos agresivos y sexuales. En último término, se pretende desmontar los propios miedos. En este sentido, Werner Zacharias veía en el surgimiento de los cultos satánicos una respuesta a la represión colectiva de lo instintivo.

Consejero dudoso en las crisis vitales

Helsper distinguía además otras dos motivaciones en la proclividad al ocultismo: el deseo de incrementar el prestigio y la ambición de poder. Algunos jóvenes coquetean precisamente con su participación en sesiones de ocultismo y se revisten conscientemente del velo de lo secreto. Tras esa exigencia de una revalorización personal se encuentra la necesidad de compensar sentimientos de insignificancia y de impotencia.

Pero a menudo los jóvenes entran en el mundo del ocultismo para buscar ayuda en decisiones vitales. Este es el caso de un paciente de 17 años. Tras la separación de sus padres, Martín, llamémosle así, vivía con la madre. Había cometido un “desliz” con una amiga y la había dejado embarazada. En esa situación confiaba él encontrar consejo de un “gurú”, un alemán que había vivido mucho tiempo en la India. Al mismo tiempo empezó a interesarse por el ocultismo, en particular por el I-Ching, el “Libro de las transformaciones” chino, que también puede hacer las funciones de oráculo.

Martin consultaba cada vez con más frecuencia el I-Ching, incluso diariamente, con la esperanza de poder así armarse contra todos los golpes del destino. Más tarde, recurrió a las drogas. Cayó en una crisis psicótica y hubo de ser internado en un hospital psiquiátrico.

El ejemplo nos lleva a la cuestión de si existen determinados rasgos de personalidad que lo conviertan en un individuo en vulnerable ante el ocultismo. En 1993 Jorinde Bär, mientras preparaba su tesis doctoral en la facultad de medicina de la Universidad de Tubinga, entrevistó a unos 500 estudiantes de edades entre 15 y 19 años. Los jóvenes, con una predisposición esquizoide —es decir, con tendencia a fantasías extrañas— admitieron creer con frecuencia creciente en fuerzas mágicas en todos los posibles ámbitos ocultos.

Complétese esa información con las investigaciones de Johannes Mischo en la Universidad de Friburgo. Documentaban éstas la relación entre el pensa-



DPA

4. POR ENCARGO DEL DEMONIO

habrían actuado. Tal fue la declaración del matrimonio Daniel y Manuela Ruda ante el tribunal que les acusaba de un brutal asesinato a principios del año 2003. Los expertos les diagnosticaron trastornos psíquicos tan graves, que el jurado aceptó una disminución de responsabilidad y dictaminó su ingreso en una clínica psiquiátrica.

miento mágico-irracional y la “atribución externa”, consistente en la obsesión patológica de creer estar influenciado por circunstancias y fuerzas exteriores. Especialmente interesante es, además, la observación de Mischo de que los rasgos neuróticos de la personalidad y la labilidad psíquica van acompañados frecuentemente de la admisión de fuerzas ocultas. Estas personas desarrollan a veces ilusiones mentales para superar crisis emocionales.

Pero, ¿a partir de qué momento llega a ser realmente peligroso el trato con el mundo de lo oculto? En su inmensa mayoría, los jóvenes superan, indemnes, el

contacto con las prácticas ocultistas. Suele tratarse, en esencia, de una reacción de protesta contra los padres o la sociedad: los adolescentes quieren “hustear” en algo prohibido, de la misma forma que en alguna ocasión han fumado un “canuto” sin que por ello se transformen en consumidores regulares de cannabis. La preocupación surge cuando se agregan a grupos organizados con un rígido código de conducta. Entonces existe el peligro de que dinamiten los puentes entre ellos y el resto del mundo.

En tales casos, los padres no consiguen convencer con argumentos a sus hijos adolescentes para que se aparten del ocul-

tismo. Algo que se explica por la voluntad del adolescente de alejarse del mundo paterno. No es infrecuente que sus padres les muevan entonces a una mayor dependencia de la organización. Aun cuando logren que, contra su voluntad, el hijo acuda a un centro de consulta se frustran, a menudo, las esperanzas por falta de disposición al diálogo. Sí se da, aunque no de un modo frecuente, que los jóvenes se abran a sus padres o parientes en fases de dudas o busquen ellos mismos un psicólogo o psiquiatra. Estos no deben intentar apartar inmediatamente de su “camino erróneo” a quienes vienen en demanda de consejo. Deben mostrarles, en primer lugar, que quieren entender su giro hacia lo oculto. Y han de intentar transmitirles que su acceso a un círculo o una agrupación obedeció seguramente a una necesidad interior.

Reconocimiento de las vivencias fronterizas

El terapeuta o consejero debería conocer las asociaciones de ideas con el *new age*, tarot, I-Ching y la parapsicología y no excluir esos temas en sus conversaciones. Sólo si se manifiesta buen conocedor del territorio del ocultismo será aceptado como interlocutor por el que busca consejo, y sólo entonces podrá relativizar de manera plausible esas ideas o creencias.

Muchas veces, algunos de mis jóvenes pacientes me preguntan si me parece posible que en cierto tipo de sesiones se desplacen los vasos o las sillas o si creo en la magia del vudú. Se trata de preguntas con trampa: si el terapeuta responde negativamente, el joven deduce en seguida que no le toma en serio o que se le considera un psicótico. No se puede mirar para otro lado ante tales vivencias fronterizas del mundo de lo oculto por parte de los adolescentes. El terapeuta debe reconocerlas como experiencias subjetivas que admiten una inquisición limitada. Pero en todo caso, y desde una relación correspondientemente consolidada y positiva, es posible y tiene sen-

Núcleos satánicos

Sólo hay una minoría de jóvenes con experiencias ocultistas que están integrados en organizaciones satánicas estructuradas. Sus miembros acostumbra hacer propaganda entre las personas que se sienten atraídas por temas de ocultismo y esoterismo. Del atuendo externo no se puede inferir la militancia en una orden, ni la participación en rito satánico: una vestimenta negra, rostros pintados de blanco e incluso camisetas con símbolos satánicos no son el documento de identidad de pertenencia a una secta. A menudo los iniciados —bajo amenaza de tortura, violación o incluso pena de muerte— se comprometen a no dejar

filtrar ninguna información hacia fuera. Por esta razón no pueden darse a conocer en público necesariamente como jóvenes satánicos. Los tatuajes con los símbolos ocultos están situados preferentemente en partes del cuerpo poco visibles. Igualmente se mantienen en secreto objetos que apuntan a rituales o a la pertenencia a una orden. Si se les interpela sobre el tema “satanismo” los afectados mantienen una especial reserva. A veces su comportamiento cambia ostensiblemente y sacan a relucir rasgos sombríos, depresivos o brutales. A ello hay que añadir estados de temor demencial, miedos inexplicables y crisis psicóticas.



ULLSTEINBILD

5. NOCHE DE WALPURGIS. Tanto entre los jóvenes como entre las muchachas las fiestas de brujas de la noche de Walpurgis gozan de mucho predicamento.

tista. Puede, por ejemplo, desarrollar una dependencia fanática y ciega o bien, y pese a su pertenencia al grupo, mantener su capacidad de crítica y diferenciar los aspectos positivos de los negativos. En tercer lugar siempre tiene la posibilidad —aunque esto en principio el joven no quiera creerlo— de abandonar la organización. Un objetivo que no se puede perder nunca de vista en la terapia.

Una vez que se ha establecido un diálogo confiado, el terapeuta puede empezar a mencionar ejemplos de algunos que han dejado estos grupos o bien proponer la consulta con un experto en la correspondiente agrupación. Estamos aquí ante un camino en la cuerda floja. El consultor se percibe generalmente como una persona revestida de autoridad. De ahí las posibles reacciones de rechazo; por ejemplo, cuando se transfieren a él los conflictos o la oposición a los padres. Mas, en la medida en que el muchacho note que el terapeuta se esfuerza por ser sincero, lo mismo en el ámbito de lo espiritual que en el del ocultismo, será también posible relativizar las creencias actuales. Debe atenderse, en particular, a la autorresponsabilidad del afectado. En cualquier caso hay que tratarle como un ser humano, autónomo en sus decisiones íntimas; lo contrario equivaldría a incapacitarle en cuestiones éticas.

GUNTHER KLOSINSKI es director médico del departamento de psiquiatría y psicoterapia de niños y adolescentes en la Universidad de Tübinga.

tido indagar en la realidad de tales vivencias, apuntando a fenómenos explicables como los enmarcados en sueños o en consumo de drogas.

Se requiere proceder con suma cautela. A menudo, quienes siguen la senda del ocultismo son jóvenes con taras hereditarias o psíquicamente inestables. A Martin se le podía explicar en el diálogo terapéutico que dedicarse al I-Ching tiene dos caras: las imágenes, los símbolos y las respuestas pueden provocar un fecundo contraste con las propias ideas sobre sus imágenes interiores y contribuir a una nueva valoración de realidades intraanímicas. Pero si se toman demasiado a

pecho algunas respuestas del I-Ching, éstas le pueden perseguir a uno. Así se menoscaba la propia calidad de vida cuando ante determinadas decisiones cotidianas (“¿Voy esta noche al cine o no?”) no podemos dar un paso sin el I-Ching. Gracias a verse valorado de nuevo por su consejero espiritual Martin consiguió superar su dependencia.

Modos de evadir la dependencia

De entrada, el terapeuta tiene que aceptar el giro del joven en dirección a lo extraño, antes de proponerle los distintos caminos abiertos para quienquiera que haya ingresado en un grupo ocul-

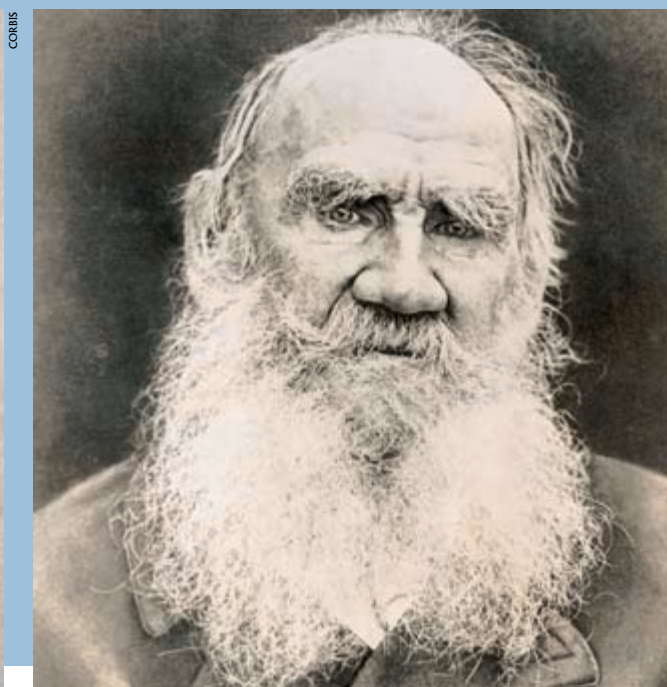
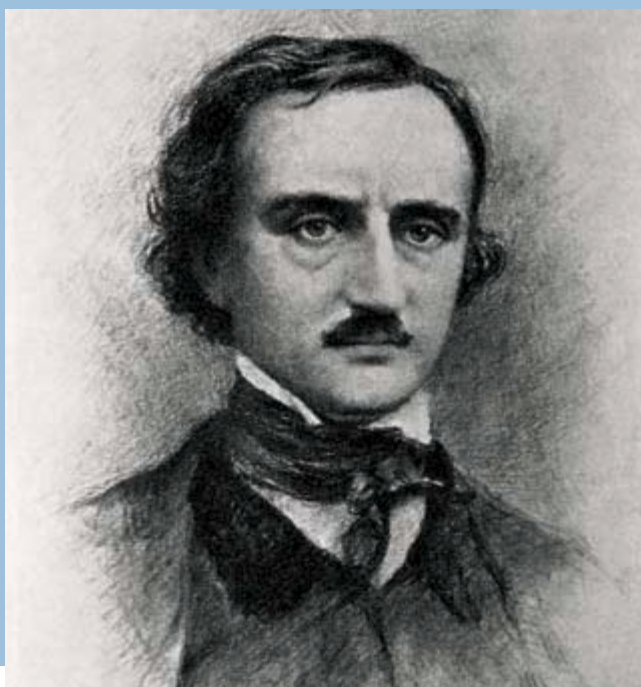
Bibliografía complementaria

OKKULTPRAKTIKEN BEI JUGENDLICHEN - ERGEBNISSE EINER UMFRAGE BEI RELIGION-SLEHRERN IM BISTUM TRIER. J. Mischo en *Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie*, vol 30, págs. 5-32; 1988.

OKKULTISMUS - DIE NEUE JUGENDRELIGION? W. Helsper. Leske und Budrich; Opladen, 1992.

PSYCHOKULTE - WAS SEKTEN FÜR JUGENDLICHE SO ATTRAKTIV MACHT. G. Klosinski. Beck; München, 1996.

JUGENDOKKULTISMUS. G. Grandt y M. Grandt. Niederhausen; Falken, 1997.



Locos geniales

De Munch, Tolstói, Picasso y otros muchos artistas se dice que no se encontraban en sus cabales. Abundan hoy las pruebas científicas de que la creatividad y la enfermedad mental mantienen relaciones de cercanía

Ulrich Kraft

“**M**uchas personas me tienen por loco”, comentó en cierta ocasión Edgar Allan Poe (1809-1849). “Aunque no está todavía claro si la locura no representa quizá la forma más sublime de la inteligencia.” El escritor estadounidense no era el único en sospechar una estrecha vinculación entre genio y enajenación mental. Ya Platón atribuía a una suerte de “locura sacra” el fundamento de toda creatividad.

Una lista casi ilimitada de artistas famosos con alteraciones psíquicas parece confirmar el punto de vista del filósofo griego. A Vincent van Gogh, Paul Gauguin, Lord Byron, Liev Tolstói, Serguéi Rajmáninov, Piotr Ilich Chaikovski o Robert Schumann les une, además de sus indiscutibles logros artísticos, un dato comprobado: su eminente fuerza creadora iba acompañada de una

inestabilidad psíquica, que tenía visos inequívocos de enfermedad.

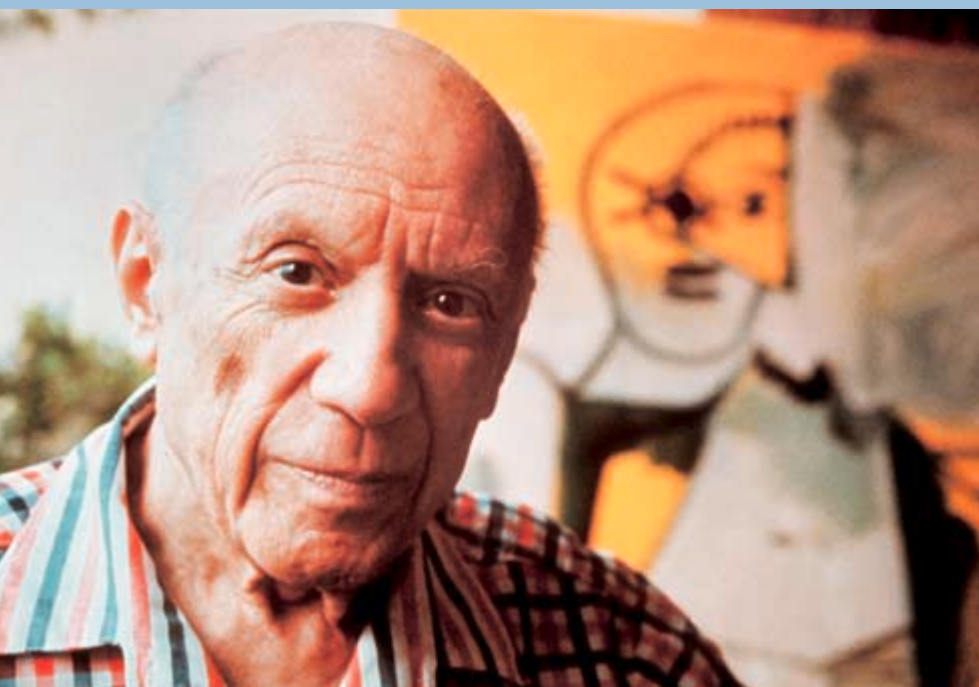
Labilidades afectivas extremas, manías, ideas fijas, alcohol o drogodependencia siguen caracterizando, también en nuestros días, la vida de muchas mentes creadoras. ¿Se trata de una coincidencia casual, resaltada por el modo de vivir un tanto errático, habitual en medios artísticos y que llama más la atención que unos hábitos normales? ¿O se puede establecer con criterios científicos una conexión entre alteraciones mentales y un extraordinario potencial creativo?

A principios del siglo pasado, la búsqueda de las raíces de la genialidad constituía uno de los temas más transitados de la investigación psicológica. Apenas si se abrigaba la más mínima duda de que determinadas enfermedades mentales conferían alas al poder creativo. “Cuando se juntan una notable inteligencia y un temperamento psicopático, estamos ante las mejores condiciones posibles del tipo

de genio eficaz que figura en los libros de historia”, opinaba William James (1842-1910). Estos rasgos acompañarían —para bien o para mal— a sus ideas y pensamientos y los distinguiría del resto de los mortales.

Sigmund Freud también se interesó por los espíritus creativos. Analizó obras y biografías de escritores y artistas famosos en busca de “algunas verdades psicológicas universales”. Como muchos entonces, el padre del psicoanálisis se limitó a bucear en la vida de las personalidades creadoras para descubrir indicios de trastornos mentales. Que esta exploración de indicios no facultara en absoluto para establecer afirmaciones estadísticas, apenas si incomodó a Freud y sus coetáneos.

En los años setenta del siglo pasado, Nancy Andreasen, de la Universidad de Iowa, se aprestó a revisar sistemáticamente la supuesta conexión entre genialidad y enajenación mental. Para su



DPA

1. MENTES ESTRAFALARIAS.

¿Chalado, chiflado? Esa apreciación les tenía sin cuidado a Edgar Allan Poe, Leo Tolstói o Pablo Picasso (*de izquierda a derecha*) y otros genios.

ensayo, reunió treinta escritores cuyo talento creativo estaba acreditado en el prestigioso elenco de la universidad.

Andreasen investigó, por medio de cuestionarios y criterios estandarizados de diagnóstico, los nexos entre creatividad y enfermedades psíquicas. Comparó los datos con los de un grupo control. El ochenta por ciento de los autores relataron alteraciones regulares del estado de ánimo; en el grupo control eran tan sólo el treinta por ciento. El cuarenta y tres por ciento de los artistas satisficieron los criterios de diagnóstico de enfermedades maníaco-depresivas; en el grupo control, uno de cada diez. Dos de los treinta escritores se suicidaron en el transcurso de la investigación, lo que “hace palidecer” la significación estadística, en expresión de Andreasen. Con todo, se había demostrado, con métodos científicos, que, tras la supuesta conexión entre una alta creatividad y una psique enferma, había algo más que un estereotipo gastado.

El arte en la sangre

Kay Redfield Jamison, de la Universidad de California en Los Angeles, llevó a cabo un estudio con resultados similares. La psicóloga contactó con 47 poetas y pintores británicos; todos ellos eximios en su género. Siguiendo los criterios del “Manual diagnóstico y estadístico de las enfermedades mentales”, Jamison estudió los trastornos de humor o estado de ánimo, que suelen incluir fases depresivas. Según el MDE, estas labilidades afectivas se caracterizan por estados depresivos que duran al menos de entre dos

a cuatro semanas y repercuten en el desarrollo normal de la vida cotidiana. Nada puede animar a los afectados, padecen de insomnio y falta de concentración y tienen pensamientos negativos que pueden llegar hasta la desesperación total. Tales síntomas definen un trastorno unipolar, una “depresión de primer orden”.

Se dan también trastornos bipolares. Bajo su influjo, los pacientes oscilan entre fases depresivas y picos eufóricos, los episodios maníaco-depresivos. Después, apenas si duermen, están continuamente ocupados en algo, sus pensamientos van de un tema a otro y consideran absolutamente grandiosas sus propias ideas y, con frecuencia, a sí mismos. Estas enfermedades maníaco-depresivas forman parte, asimismo, de los trastornos anímicos que Jamison buscaba en sus sujetos de experimentación. La psicóloga comprobó que casi el cuarenta por ciento de los artistas estudiados habían acudido alguna vez al médico por causa de su flaqueza de ánimo; una proporción treinta veces mayor que la de la población media. Tres cuartas partes de ellos había recibido tratamiento en ambulatorios o incluso en clínicas. Del trabajo de Jamison se desprende una coda de interés: el grupo de escritores sufre con mayor intensidad problemas psíquicos; uno de cada dos cultivadores de la lírica sufría depresiones o manías que requerían asistencia médica.

Frágil creatividad

En los años ochenta, y aplicando también los criterios del MDE, Hagop Aksibel,

de la Universidad de California en San Diego, entrevistó a otros veinte artistas europeos. Resultó que hasta dos tercios habían sufrido episodios depresivos recurrentes, a menudo emparejados con los estados hipomaníacos, una forma leve de manía. Uno de cada dos había ya pasado por una fuerte depresión. (Aksibel observó una tendencia semejante entre los músicos de blues estadounidenses.)

Basada en el análisis de esos trabajos, Kay Redfield Jamison concluyó que un número tan alto de artistas con depresiones o trastornos bipolares diagnosticados no puede considerarse mero azar. Admitió, sin embargo, algunos fallos metodológicos en sus propios estudios, tales como el exiguo tamaño de la muestra para concederle valor estadístico. Con todo, el hecho de que las personas dotadas con un poder creativo extraordinario presenten con mucha más frecuencia labilidades afectivas enfermizas que el resto de los mortales sugiere una conexión próxima entre inestabilidad psíquica y creatividad.

El grupo dirigido por Ruth L. Richards, de la facultad de medicina de Harvard, abordó la cuestión en sentido inverso. En vez de buscar enfermedades mentales entre los artistas famosos, preguntaron si los enfermos mentales poseen predisposición a la creación. En el curso del ensayo, aplicaron a 17 pacientes maníaco-depresivos y a 16 ciclotímicos —forma algo más suave de trastornos bipolares— la “Escala de creatividad vital”. En ese patrón de medición de la creatividad, se incluye, junto a tests del pensamiento



2. UN VISIONARIO CONTROVERTIDO.

Ni la Tierra ni el hombre son el centro del universo. La teoría planetaria de Copérnico contradecía el geocentrismo de su tiempo.

innovador y original, logros creativos en el ámbito privado y en el profesional. Los pacientes obtuvieron mejores resultados que el grupo de personas control sin antecedentes psiquiátricos.

La impronta de la enfermedad desempeñaba una función decisiva. Los participantes ciclotímicos eran mucho más creativos que los maníaco-depresivos. Estos últimos quedaban incluso detrás de sus familiares exentos de la enfermedad. Los investigadores se interesaron por ese grupo, pues los trastornos bipolares son más frecuentes en algunas familias, es decir, tienen una componente genética. Se sospecha que los parientes de los pacientes poseen tendencia a la labilidad psíquica, aunque tan tenue, que no les crea ningún problema. “Posiblemente las personas con una propensión mínima, y acaso ni siquiera perceptible, a la labilidad bipolar sean algo más creativas”, acabaron por concluir Richards y su equipo.

Un pensamiento agudo, extraordinariamente creativo, y una productividad inusitada siguen considerándose rasgos diagnósticos de fases maníacas. Pero, ¿cómo puede una enfermedad tan perjudicial, e incluso destructiva de la vida, incrementar nuestro poder creativo? En efecto, en la mayoría de las personas maníaco-depresivas reina el caos, lo mismo en el ámbito individual que en el profesional. Se sienten impelidos, se reafirman en sus ideas y pierden todo control sobre su comportamiento: en situaciones maníacas despilfarran su dinero a manos llenas, se endeudan, caen en relaciones ambiguas y aventuras sexua-

les sin atender a las consecuencias. Pueden formar parte del cuadro clínico agresiones o incluso alucinaciones; y al clímax puntual sigue siempre la caída en una depresión profunda.

En especial, las características de las formas leves de manías muestran paralelismos sorprendentes con las formas de pensar típicas de los artistas excepcionales. Joy Paul Guilford (1897-1987) definía la creatividad como la capacidad de “hallar respuestas no habituales, con un campo de asociaciones amplio” ante un problema. Para llegar a una idea original hay que abandonar caminos trillados y pensar en otra dirección. La mente no se obstina, pues, en buscar una solución correcta, sino que se mueve en muchas direcciones distintas. Cuanto más libres y sueltos fluyan los pensamientos, mejor.

Ahogarse en la marea de ideas

Estas son las dotes que poseen, desbordantes en sus fases maníacas, las personas con trastornos bipolares. Su cerebro trabaja con frenesí, crea sin solución de continuidad ideas poco convencionales y no se detiene ni ante las asociaciones más atrevidas. Aunque no todo lo que piensa sean cosas con sentido, eso carece de mayor importancia. Antes bien, la ingente maraña de ocurrencias que brotan de las cabezas maníacas, aumenta la posibilidad de que aparezca alguna idea genial.

Eugen Bleuler, contemporáneo de Freud, vio aquí el puente entre genialidad y enfermedad mental. “Aun cuando sólo las formas leves produzcan algo valioso, el que en tales sujetos las ideas fluyan más rápidas y, sobre todo, se levanten las inhibiciones, fomenta las capacidades artísticas”, declaró.

Para Kay Redfield Jamison el secreto del pensamiento flexible y rápido reside también en el don de conectar, entre sí, conceptos sin aparente vinculación. Son

simultáneas las capacidades cognitivas más fructíferas que comparten las personas creativas e hipomaníacas. En opinión de Jamison, la cantidad y la cualidad de las incidencias se aprovechan de la hipomanía; los cambios en los procesos mentales podrían engendrar ideas y asociaciones inéditas.

Lo que Bleuler sólo podía sospechar en su tiempo, lo confirma la ciencia hoy. Los pacientes hipomaníacos sobresalen en los tests de asociación de palabras: a un término de partida van engarzando, en cierto intervalo de tiempo, un número de vocablos mayor que el aportado por los probandos psíquicamente sanos. En comparación con el grupo control, dan, asimismo, menos respuestas estadísticamente “normales”, pero hallan tres veces más soluciones heterodoxas, es decir, conceptos que no se le ocurren al ciudadano medio.

Las personas hipomaníacas dejan su sello en la forma de expresarse. Algunos tienden a hablar en verso o son proclives a las aliteraciones y otras asociaciones fonéticas. En el caso de los germanohablantes, triplican la capacidad normal de construcción de palabras, plenas de sentido obviamente. En las fases maníacas, los procesos mentales, vertiginosos, se plasman en un mayor cociente intelectual.

Indomable fuerza creadora

Las personas maníaco-depresivas aportan también algunas características no cognitivas de innegable valor para los artistas. En cierto ensayo, Robert DeLong, de la facultad de medicina de Harvard, encomendó a un grupo de niños diversas tareas creativas. Los pequeños probandos, con indicios precoces de trastorno bipolar, tenían que hacer dibujos sobre un tema predeterminado.

En comparación con el grupo control, mostraron, amén del esperado y desbordante poder imaginativo, una extraordinaria capacidad de concentración. Los niños se dedicaban, horas enteras, a la tarea sin distraerse, absorbidos, diríase, por su ilimitada fantasía. Además, brillaron en los ejercicios de memoria y en los detalles de los dibujos. Tamaña energía y absoluta concentración caracterizan también las fases creativas de muchos pintores, escritores y poetas. Atrapados en su proceso creativo, los artistas se concentran en su trabajo, sin respetar siquiera las horas de sueño.

Nancy Andreasen sitúa la conexión entre genialidad y demencia en un contexto algo más amplio. Un sistema nervioso finamente ajustado percibiría más informaciones sensoriales, que, después, podría transformar en ideas creativas. Atribuye

Vincent van Gogh (1853-1890): etapas de un historial clínico

Al terminar la etapa escolar, Vincent van Gogh se empleó como marchante de obras de arte, primero en La Haya y, más tarde, en Londres. Un amor no correspondido le hundió en una depresión aguda. Durante meses vivió aislado, sin comunicarse apenas con su familia. Tras ese primer episodio orientó sus pensamientos hacia la religión.

Se traslada a Bélgica y, por cuatro años, ejerce de predicador en una mísera región minera. Ayuda cuanto puede y lucha por los derechos de los humildes. Esto desagrada a su confesión; se le expulsa y cae en una nueva crisis. “Mi único afán es cómo puedo ayudar”, escribe a su hermano e íntimo confidente, Theo.

Con 27 años Vincent van Gogh toma la decisión de dedicarse a pintar. Se pone manos a la obra con intensidad. En 1886 se va con Theo a París; allí empeora su estado de salud. Sufre calambres en la mano izquierda, los ataques le sumen en el desconcierto y su memoria le flaquea. Son indicios de la epilepsia que le diagnosticarán más tarde.

Con su afición a la absenta se deteriora su salud. Esa bebida contiene un principio activo que favorece las psicosis y ataques epilépticos. El temperamento colérico de van Gogh y sus repentinos cambios de humor le granjean la enemistad de muchos de sus conocidos. “Es como si nos halláramos ante dos hombres: uno, superdotado, culto y refinado; el otro, egoísta y duro de corazón”, escribe su hermano Theo.

A comienzos de 1888 Vincent se traslada a Arles, “cansado y desesperado”, como él mismo cuenta. Cada vez se tornan más evidentes los síntomas de un trastorno psíquico grave. Fases de una actividad febril se alternan con una apatía y agotamiento completos; indicios típicos de una depresión maniaca. Sintiendo solo, le pide a su amigo Paul Gauguin que se reúna con él en Arles. Los dos pintores crean el “estudio del sur”. Pero la relación entre ambos se degrada y tiene un final lamentable. El 23 de diciembre de 1888 van Gogh amenaza a su amigo Gauguin con una navaja de afeitar y se corta una oreja.

Se le lleva desmayado a un hospital. El primer diagnóstico: psicosis grave. Pero el joven médico Felix Rey sospecha que, tras los síntomas, hay otra causa, una epilepsia larvada. En este tipo de epilepsias, los accesos como tales no suelen ser aparatosos; predominan en cambio otras excentricidades psíquicas, en especial cuando las descargas neuronales incontroladas afectan al lóbulo temporal. En estos casos los afectados fluctúan entre una euforia extrema y depresiones graves con estados angustiosos e insomnes. También forman parte de los síntomas las alucinaciones y manías persecutorias, amén de una intensa emotividad, que culmina a veces en una desbordante servicialidad o en una religiosidad extrema.

A la epilepsia del lóbulo temporal se atribuye hoy el penoso estado mental de Vincent van Gogh. Rey lo trató con bro-



AUTORRETRATO DESPUES DE LA AUTOMUTILACION.

“Soy un hombre pasional, dispuesto y capaz de hacer estupideces.”

muro de potasio, un medicamento contra la epilepsia. A los pocos días, el artista se recupera. Rey le advierte de los peligros de la absenta, pero el artista hace caso omiso. No sólo por eso recae varias veces y ha de ingresar otras tantas en el hospital. El estado psíquico de van Gogh sigue tan lábil, que en mayo de 1889 llama voluntariamente a la puerta del manicomio de Saint-Rémy.

El médico de la institución confirma el diagnóstico de epilepsia, pero le retira el bromuro de potasio. A caballo de episodios de psicosis graves, van Gogh produce, a lo largo del curso siguiente, más de 300 obras de arte. Deja Saint-Rémy y se va a Auvers-sur-Oise, en las cercanías de París. Por sus cartas sabemos que era allí muy feliz al principio. “Por ahora me siento más tranquilo que el año pasado, se me ha calmado mucho la intranquilidad mental”, le escribe a su hermana. En los campos del entorno de Auvers pinta algunos de sus magníficos paisajes. En carta a Theo le comunica su deseo de incrementar su paleta de colores y le pide una subvención económica. Sería su postrera misiva. Tres días después, el gran pintor se disparó un tiro en el pecho.

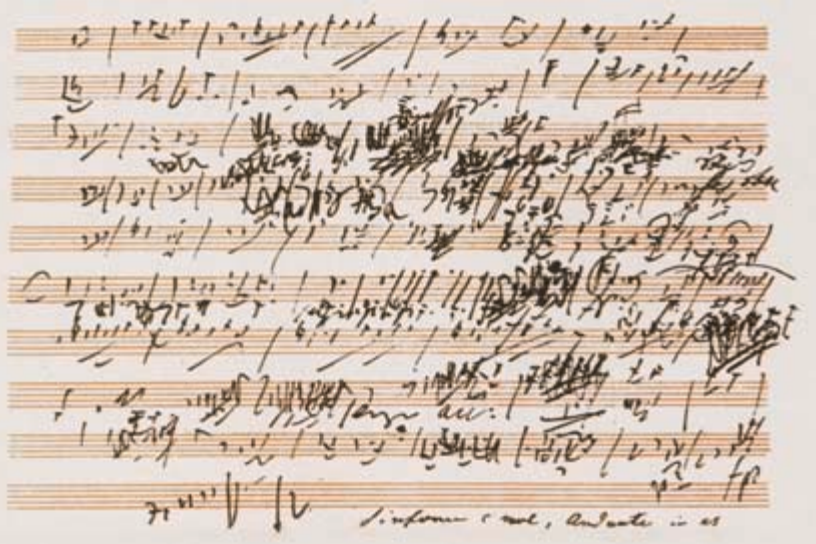
su causa a un defecto en los procesos cognitivos que filtran esos estímulos.

Según corroboraron luego Shelley Carson, de la Universidad de Harvard, y Jordan Peterson, de la Universidad de Toronto, Andreasen acertó de pleno. Aquéllos reunieron a 25 estudiantes que se habían distinguido por sus excelentes dotes crea-

tivas. Con ayuda de un test ingenioso diagnosticaron en sus probandos la inhibición latente, mecanismo cognitivo que selecciona, de entre la incesante corriente de datos sensoriales, los que la experiencia considera de escasa utilidad. Este proceso de filtro, que transcurre al margen de la conciencia, operaba con mayor

intensidad en los participantes no creativos que en los probandos creativos.

Se trata de un fenómeno que facilita la creación. Merced a su menor inhibición latente, los artistas captan más estímulos sensoriales del entorno. Las informaciones adicionales fomentan el desarrollo de pensamientos originales e innovadores.



3. TRANSPORTAR EL CAOS

A LINEAS. La sinfonía n.º 5 en do menor, opus 67, de Ludwig van Beethoven.

El manuscrito original refleja el baile de las notas en su cabeza.

Y siempre están abiertos a nuevas posibilidades. Pero la medalla tiene también un reverso. Si se nos agolpan cincuenta ideas, lo probable es que sólo dos merezcan la pena. Lo importante es percibir las. Inteligencia y una buena memoria operativa serían, pues, importantes para no ahogarse en el aluvión de informaciones.

Abierto al sentido y al sinsentido

Se debate, desde hace tiempo, si los enfermos mentales logran o no neutralizar los estímulos y sensaciones irrelevantes. Sea por caso las personas con un trastorno bipolar: ¿rebasan el umbral de la demencia arrastradas por el torbellino de ideas que les sobreviene? Para Carson y Peterson, un grado menor de inhibición latente y una flexibilidad extraordinaria del pensamiento predisponen, bajo determinadas circunstancias, a enfermedades mentales y, bajo otras, a creaciones geniales.

Kay Redfield Jamison, víctima ella misma de depresiones maníacas, sostiene que las depresiones mentales regulares libran a las personas con trastornos bipolares de perderse en pensamientos e ideas abstrusas. Las personas depresivas — atormentadas por dudas, inseguridades y titubeos — juzgaban con más realismo que los psíquicamente sanos. Su “mecanismo editor incorporado”, como lo designa Jamison, trabaja con la requerida sensibilidad. Controla la utilidad de las ideas producidas por un espíritu hiperactivo según su utilidad y desecha los abracadabras ambiguos. Todas las ocurrencias, que en la fase maníaca parecían geniales, pasarían después por una fase de prueba hipercrítica; ¿es la idea no sólo nueva y extravagante, sino también relevante, útil y práctica? Muchas mentes

geniales explican que las mejores ocurrencias las tienen siempre que encajan, de repente, pensamientos irracionales con otros racionales.

Joy Paul Guilford había situado con anterioridad el secreto del pensamiento creador en la capacidad de establecer conexiones entre lo racional y lo irracional, lo conocido y lo ignoto, lo convencional y lo rompedor, lo antiguo y lo nuevo. Ahora bien, cuando surge la idea genial entre estos opuestos, los espíritus creativos corren siempre el riesgo de llevar demasiado lejos sus pensamientos y saltar las fronteras de lo comprensible, al menos según las convenciones dominantes en su tiempo.

Arte como terapia

Cuán próximas están las cimas de la genialidad y de la demencia lo pone de manifiesto un recorrido por el libro de la historia. Tanto la concepción heliocéntrica de Copérnico como la teoría de la evolución de Darwin, y otras muchas genialidades, fueron tachadas, al principio, de engendros de una mente enferma. Hoy nadie duda de la salud psíquica de estas personalidades. Una creatividad fuera de lo común y un desconcierto mental — cuando se trata de situar en una cercanía próxima estos dos aparentes antípodas de la experiencia humana — es cosa sabida desde hace tiempo por expertos y profanos. No pocos psicólogos sostienen la opinión de que los enfermos psíquicos se dedican con tanta frecuencia a ámbitos creativos por una poderosa razón: la actividad artística les ayuda a proteger su espíritu del desmoronamiento. “La poesía me ha cogido de la mano y me ha apartado de la locura”, comentaba la célebre poetisa Anne Sexton (1928-1974), quien, a causa de sus graves psicosis, acababa, una y otra vez, en las unidades vigiladas de muchas clínicas psiquiátricas.

¿Creatividad como refugio en situación de crisis? ¿Reside ahí la vincula-

ción entre la fuerza creadora artística y la precariedad mental? Tal parece, si advertimos que muchos psicópatas mejoran con terapias pictóricas, musicales o de danza. Pero, si bien las pruebas científicas se van acumulando en favor de cierta conexión entre las penalidades psíquicas y las capacidades creativas, en particular con respecto de la labilidad afectiva bipolar, no deberían olvidarse estos otros dos aspectos: por un lado, la mayoría de los enfermos no muestran una fantasía insólita ni poseen dotes creativos singulares; por otro, son pocos los conspicuos escritores, poetas, músicos, diseñadores, escultores o pintores que sufren perturbaciones mentales.

Por eso, la imagen, muchas veces manida y hasta novelada, del genio chiflado desacredita hasta cierto punto el trabajo, carácter y estado mental de los artistas. Quizá contribuye también a este estereotipo un tanto aureolado que muchos artistas, enfermos psíquicos, hayan rechazado someterse a tratamiento. El pintor Edvard Munch (1862-1944) temía que la terapia apagara su numen creador. “Yo quiero retener estos sufrimientos, son parte de mi ser y de mi arte”, explicaba el maníaco-depresivo noruego, a propósito de sus extremas fluctuaciones de carácter. Pero sin la ayuda médica se corre el riesgo de que depresiones y trastornos bipolares se agudicen con el paso del tiempo. Una declaración de la escritora Sylvia Plath contempla con realismo los sufrimientos de los artistas con enfermedades psíquicas: “Si eres un enfermo mental, estás ocupado en ser enfermo mental todo el tiempo... Cuando yo era demente, esto era todo lo que yo era”. En la mañana del 11 de febrero de 1963 la poetisa, atrapada en una depresión aguda, abrió la espita del gas de su casa. Tenía sólo treinta años.

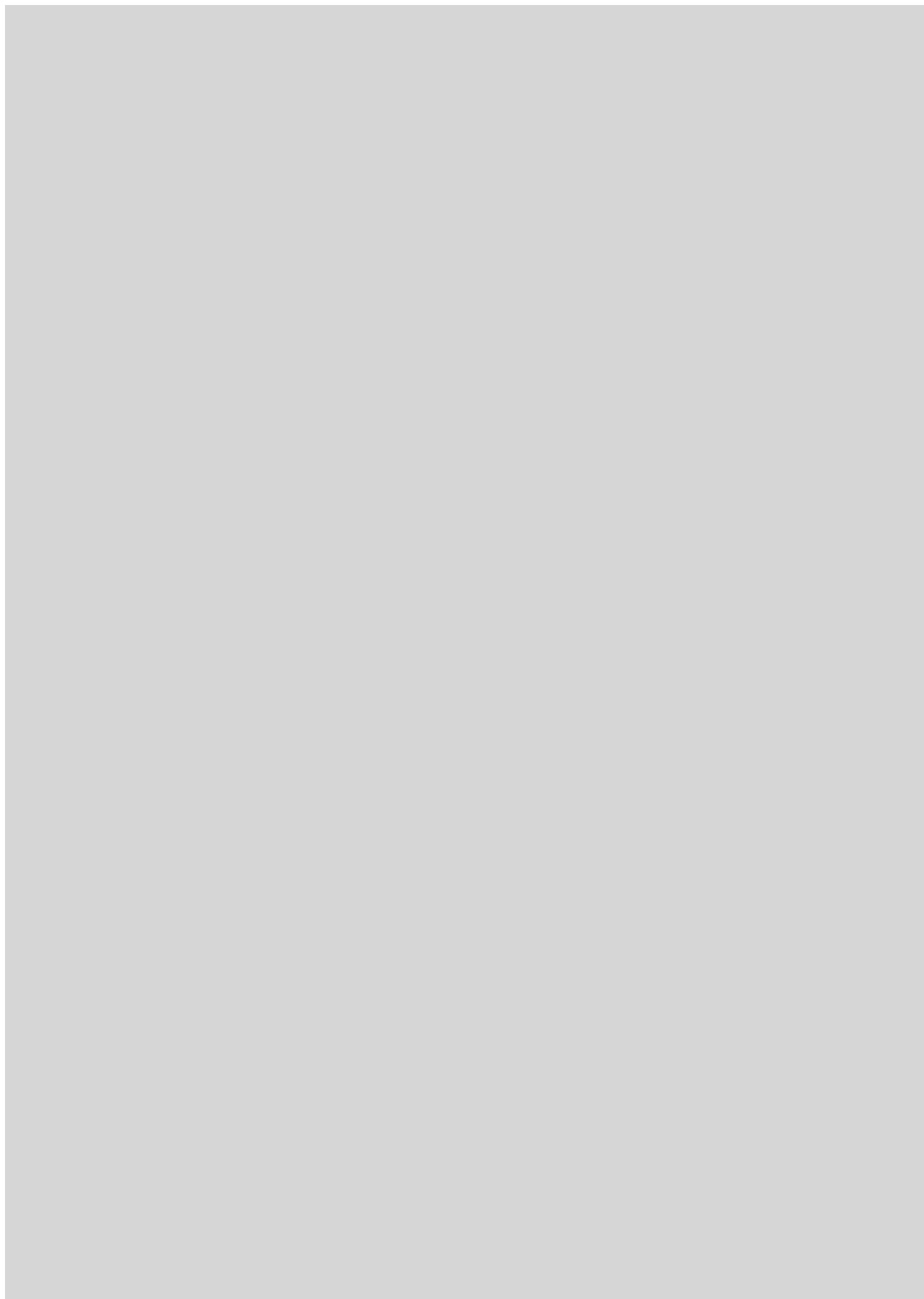
ULRICH KRAFT es licenciado en medicina.

Bibliografía complementaria

TOUCHED WITH FIRE. MANIC-DEPRESSIVE ILLNESS AND THE ARTISTIC TEMPERAMENT. K. R. Jamison. The Free Press, 1996 (reimpresión).

PSYCHOTHERAPY WITH PEOPLE IN THE ARTS: NURTURING CREATIVITY. G. Schoenewolf. Haworth Press Inc., 2002.

DECREASED LATENT INHIBITION IS ASSOCIATED WITH INCREASED CREATIVE ACHIEVEMENT IN HIGH-FUNCTIONING INDIVIDUALS. S. Carson et al. en *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 85, n.º 3, págs. 499-506; 2003.



Lectura del pensamiento

Los sistemas de lectura del pensamiento ofrecen a las personas con parálisis total la oportunidad, única, de volver a tomar contacto con su entorno

Nicola Neumann y Niels Birbaumer

Los agentes irrumpen con violencia; aplican una inyección a Morfeo, jefe de los rebeldes, para adentrarse en su cerebro y averiguar así dónde está la ciudad secreta de Zion. Viven allí los últimos humanos que ofrecen resistencia al imperio de las máquinas. Si lo que sabe Morfeo cae en manos de los enemigos, Zion está perdida. La situación es desesperada. Pero, poco antes de que los enemigos descifren su código neuronal, Morfeo logra escapar.

Esta escena de la famosa película *Matrix* se desarrolla en un tiempo futuro, pero flirtea con una ominosa amenaza, si nos atenemos a lo que expresan hoy ciertos neurólogos. En efecto, cuanto mejor se comprende el funcionamiento de nuestro cerebro, tanto más realista parece la idea de que pronto se podrá leer y manipular, contra su voluntad, hasta los pensamientos más secretos de una persona. Pero, ¿se trata de una posibilidad próxima o lejana?

Hans-Peter Salzmann no tiene nada que objetar a que se le lean algunos de sus pensamientos. Este jurista, de 49 años, sufre parálisis casi total, se halla postrado en una silla de ruedas, se le alimenta artificialmente y recibe respiración asistida. Desde hace 15 años padece una esclerosis lateral amiotrófica, una enfermedad degenerativa e incurable de las neuronas, que se caracteriza por el desmoronamiento gradual e incesante del sistema motor voluntario. Los enfermos terminan totalmente incapacitados para cualquier movimiento, aunque sí pueden pensar y sentir; un espíritu enclaustrado en un cuerpo paralítico. Por eso se les denomina “pacientes encerrados”.

Parpadear letras

Por suerte, Salzmann no ha llegado aún a ese estadio. Mueve los ojos; ello le posibilita comunicarse con su entorno. Pero depende de un asistente, pues nuestro jurista “habla” sirviéndose de un panel, en el que se han distribuido las letras del alfabeto en seis líneas y cinco columnas. El asistente, situado delante de él, pregunta primero por las líneas y luego por las columnas. Salzmann ha de parpadear dos veces con el ojo izquierdo por cada letra: una para indicar la línea correcta y una segunda para la letra deseada.

Este procedimiento, largo y arduo, requiere un “traductor” experimentado. El ojo acaba por fatigarse y apenas si se le puede interpretar. Lo peor es que, en todos los casos, la enfermedad prosigue su curso; llegará un día en que se paralizará el músculo ocular de Salzmann, perdiendo así esta última posibilidad de comunicación. La única vía de continuar en contacto con el mundo exterior sería, entonces, un aparato que captara y transmitiera el pensamiento.

No se trata de una fantasía. Estos sistemas ya existen. Aludimos al aparato de traducción del pensamiento (TTD, “Thought Translation Device”). Desde hace unos años, en nuestro Instituto de Psicología Médica y Neurobiología de la Conducta de Tübingen venimos implantando ese dispositivo en pacientes paralíticos. Con todo, el TTD no “lee” los pensamientos en el sentido de que los extraiga directamente de los procesos eléctricos cerebrales. Antes bien, el sistema se basa en el principio de retroalimentación. En este método se mide un proceso fisiológico que, en condiciones normales, no es perceptible (por ejemplo, la subida de la presión sanguínea) y se le remite al paciente. La retroali-

mentación confiere al enfermo la posibilidad de aprender a influir y regular, por sí mismo, esta acción corporal.

Nuestro “sistema de traducción del pensamiento” mide corrientes cerebrales, más exactamente los potenciales corticales lentos (PCL). A diferencia de otros componentes característicos del electroencefalograma (EEG), estas ondas cerebrales no duran milisegundos, sino diez segundos incluso. Los PCL no exigen una vinculación necesaria a acciones y sentimientos concretos; se adecúan al estado general de activación de nuestro cerebro.

Los electrodos implantados en el cuero cabelludo registran estas corrientes cerebrales que, maximizadas ahora, se transmiten luego a un ordenador de control dotado de una tarjeta transductora analógico-digital y, desde éste, a un portátil. El paciente observa en el monitor el curso de sus potenciales corticales lentos a través del movimiento del cursor: los cambios negativos del potencial desplazan el cursor hacia arriba y los positivos hacia abajo. El ejercicio consiste en introducirlo intencionadamente en una de las dos porterías situadas en el borde superior e inferior de la pantalla. Si el paciente acierta introduciéndolo en la portería deseada, aumenta en un punto el resultado y, en la pantalla, aparece una cara sonriente que, como es comprobable, mejora el efecto de aprendizaje. Remeda lo que sucede en los partidos de fútbol virtuales; sólo la práctica hace al campeón. Estos ejercicios se han de repetir cientos de veces en cada sesión. Tras unas semanas de entrenamiento, muchos pacientes consiguen dirigir el cursor con un acierto de entre el 70 % y el 80 %.

Si se les pregunta cómo controlan su propia actividad cerebral, las respuestas varían de un paciente a otro. Salzmann

ha descrito, con ayuda del sistema de traducción del pensamiento, su estrategia personal. Al fin y al cabo, se trata de situar su cerebro en dos estados distintos de activación. Nuestro hombre alcanza el estado que mueve el cursor hacia arriba (mejor dicho, no hacia abajo), cuando intenta no pensar en nada. Para dirigir activamente el cursor hacia abajo, el jurista pone delante de su ojo interior una situación con aumento o caída de tensión, por ejemplo, el cambio de un semáforo de ámbar a verde o la salida de un velocista en la pista de atletismo.

Los pensamientos son libres

Otros enfermos proceden de un modo distinto. Piensan en determinadas palabras o realizan ejercicios de concentración. Por lo que se aprecia, no hay estrategias cognitivas universalmente aplicables para regular los PCL. Cada persona puede desarrollar sus propios pensamientos que le permiten hacer brotar segura y puntualmente la necesaria actividad cerebral. Algunos no piensan en nada especial, sino que usan el cursor igual que se servirían de sus extremidades, sin ligarlo a determinadas representaciones.

Tan pronto como los pacientes dominan con suficiente seguridad la regulación de sus potenciales corticales lentos, modificamos el adiestramiento: incrementamos el grado de dificultad. La gama de aplicaciones imaginables va desde el uso de un timbre de alarma o un mando a distancia hasta jugar al ajedrez o navegar por Internet.

Pero el anhelo mayor de muchos parálíticos es volver a comunicarse. Para posibilitárselo, hemos ampliado algo el partido de fútbol mental. En el borde inferior de la pantalla se sitúa una barra con los iconos de varias letras. Si aparece la letra deseada, se dirige el cursor, produciendo un potencial positivo, a la portería inferior (elección). Si no está, el parálítico ha de dar a entender, produciendo un potencial negativo, que no quiere elegir ninguna de las letras de la barra de iconos (recusación). En cuanto rechaza una oferta, se le presenta otra, que él puede, de nuevo, aceptar o rechazar. Cada grupo de letras aceptado se va dividiendo en dos mitades, hasta que queda una sola letra: la deseada.

El sistema incorpora, además, una lista de palabras que el paciente puede aceptar. Pese a este software, el método de escribir dura tanto, que una carta detallada requiere todo un día, pero la sola posibilidad de volver a comunicarse sin la ayuda de un traductor les devuelve a los afectados una porción preciosa de su

esfera privada. Ahora bien, puesto que el procedimiento exige la cooperación activa del paciente, no se puede hablar de leer el pensamiento en el sentido en que lo hemos hecho al inicio del artículo, y es del todo imposible aplicar el TTD contra la voluntad de una persona. Se trata, en definitiva, de una “traducción del pensamiento” a través del sistema muscular.

El psicólogo Emanuel Donchin ha desarrollado recientemente, en la Universidad de Illinois, un aparato que quizá pueda “leer” algo mejor el pensamiento. Los sujetos del experimento han de dirigir su atención a la letra que ellos han elegido en una matriz de letras. Mientras cada una de las líneas y columnas de la matriz se van iluminando, una tras otra, el probando ha de contar cuántas veces se ha iluminado su letra.

El procedimiento se aprovecha de que nuestro cerebro reacciona, de un modo visiblemente distinto, ante un estímulo que difiere de los otros estímulos normales (en este caso, la letra deseada en contraposición al resto no elegido). Ese “ésta es” mental origina el potencial P300, que puede medirse implantando electrodos en el cuero cabelludo. Un programa de ordenador compara después qué línea y qué columna han inducido las ondas P300; así identifica la letra buscada.

El plan de Donchin parece muy prometedor. Los estudiantes que eligió para la prueba anotan hasta ocho “intentos” por minuto con una precisión elevada. El investigador ha iniciado el ensayo de su interfaz del ordenador del cerebro (IOC) en pacientes parálíticos.

El IOC de Donchin puede, pues, reconocer un pensamiento en el marco de una categoría dada (en este caso, letras), sin que el probando tenga que ejercer la autorregulación de su actividad cerebral u otra destreza activa. Pero el aparato no capta ningún proceso mental, al margen de esas categorías prefijadas. Lo mismo vale cuando los sujetos del experimento realizan actividades mentales concretas, por ejemplo, redactar con el pensamiento un texto. Bien es verdad que hay sistemas que, mediante el patrón de activación de diversas áreas cerebrales, pueden reconocer que el probando anota, pero no qué anota. Con otras palabras,

1. UNA FICCION CON RAPIÑA

MENTAL. El sonsacar hostilmente los mundos mentales de otros está reservado, por ahora, a algunas películas de Hollywood como *Matrix*.

lo que los agentes trataban de obtener de Morfeo, a saber, descifrar el contenido exacto de sus pensamientos, resulta imposible por ahora.

Micrófonos direccionales en el cuero cabelludo

Todos los sistemas descritos se basan en la derivación de las corrientes cerebrales del cuero cabelludo con ayuda del electroencefalograma (EEG). Los potenciales medidos en el EEG reflejan la suma de las actividades de muchos millones de neuronas; por eso, el método adolece de escasa precisión, crítica que aducen muchos investigadores.

Miguel Nicolelis y su equipo, de la Universidad Duke en Carolina del Norte, se proponen captar pensamientos en sentido estricto. Implantaron unas series de multi-microelectrodos en distintas regiones del córtex motor de monos lechuza



DEB-MOVIES



HANS-PETER SALZMANN

2. EJERCICIO MENTAL. El paciente Hans-Peter Salzmann entrenando su actividad eléctrica cerebral.

cesos electroquímicos van acompañadas. Habría que saber también qué representan estas células para cada persona; por ejemplo, si los impulsos de las neuronas del hipocampo (el procesador de recuerdos de nuestro cerebro) responden a un recuerdo agradable o desagradable de un capuchino. Se requiere registrar las actividades de millones de células, tarea por ahora imposible ni siquiera con los procedimientos de medición invasivos y gráficos más avanzados.

Hans-Peter Salzmann se contentaría ya con una versión mejorada del sistema de traducción del pensamiento. Frente a los procedimientos invasivos, el TTD ofrece la ventaja decisiva de que los pacientes no se han de someter a ninguna intervención quirúrgica del cerebro. Pero aunque el método que nosotros aplicamos en la Universidad de Tübingen no alberga ningún peligro, nos llovieron críticas desde muchos flancos. Lo único que se lograba, aducían, era alargar inútilmente el sufrimiento de un enfermo incurable influyendo positivamente en su decisión de seguir viviendo con respiración asistida. Sin embargo, como muestran algunos estudios, la calidad de vida subjetiva de los paráliticos con alimentación y respiración artificiales no se diferencia, a largo plazo, de la calidad de vida subjetiva de los sanos, en la medida en que siguen teniendo la posibilidad de comunicarse. Los pacientes, liberados de la angustia de quedarse mudos para siempre, pueden abordar con sus familiares y los médicos la prosecución de la terapia.

(*Aotus trivirgatus*). Estos elementos electrónicos, integrados por finísimos microfilamentos, habían de registrar en esas regiones la actividad eléctrica de las células nerviosas que planean un proceso motor. Como nuestros pacientes paráliticos, los monos debían dirigir, en la pantalla de un ordenador, el cursor a una portería. En un primer momento, se valían, para lograrlo, de una palanca, que movían con la mano. Simultáneamente, Nicolelis medía, por medio de las series de electrodos implantados, las señales de este movimiento en 86 neuronas motoras. Luego se desactivaba la palanca y se pasaba el control del cursor a la actividad de las neuronas. ¡Con éxito! Los monos dirigían el cursor con el exclusivo poder de sus pensamientos; probablemente imaginándose la trayectoria del movimiento.

Una mejora considerable, pues los investigadores estadounidenses eran los primeros que lograban traducir en un movimiento bidimensional una señal neuronal basada en una representación mental pura. Claro que antes el mono tuvo que practicar, una y otra vez, el movimiento requerido de la mano para que el equipo de Nicolelis pudiera elaborar un algoritmo matemático, que evaluara la

actividad de cada una de las neuronas. Por consiguiente, sería posible leer el pensamiento haciendo que una persona piense en algo y comprobando, simultáneamente, la correspondiente actividad cerebral para así reconocerla más tarde. Pero, ¿cuántas de las innumerables ideas que bombardean a diario nuestra cabeza se pueden identificar por su modelo de activación?

En principio, una idea no se forma en el cerebro porque se dispare una sola neurona, sino por la actividad de un complejo celular. Estas redes neuronales juntan aspectos aislados de una información en una impresión global. Imaginemos que uno entra en un café y le apetece precisamente un oloroso capuchino como el que ve en la mesa de al lado. Este deseo se representa por la actividad sincrónica de diversas células nerviosas: unas neuronas reaccionan al típico olor del café, otras al color y la forma de la taza y otras, por su parte, aportan el recuerdo de nuestro último capuchino.

Un capuchino en el hipocampo

Para “medir” estos pensamientos no basta con registrar qué neuronas se disparan al unísono ni expresar de qué pro-

NICOLA NEUMANN, doctora en psicología, se halla adscrita al Instituto de Psicología Médica y Neurobiología de la Conducta en la Universidad de Tübingen, dirigido por NIELS BIRBAUMER, quien, además, enseña en el Centro de Neurociencias Cognitivas de la Universidad de Trento.

Bibliografía complementaria

TAPPING THE MIND. I. Wickelgren en *Science*, vol. 299, págs. 496-499; 2003.

GEDANKEN LESEN I y II. I. Parker. en *Gehirn & Geist*, n.º 4, págs. 56-62 y n.º 5, págs. 76-83; 2003.



Visión felina

Mediante diversos recursos matemáticos, pueden elaborarse numerosas reconstrucciones de imágenes, a partir de los impulsos eléctricos de las neuronas

Christian W. Eurich

El gato observa atento dos gorriónes. Se ha despertado su instinto cazador. Inmóvil, espera el momento mejor para lanzarse contra su presa. ¿Se trata de un suceso anodino? No para los investigadores en teoría neuronal, interesados en saber qué percibe el animal y la forma en que su cerebro procesa la información.

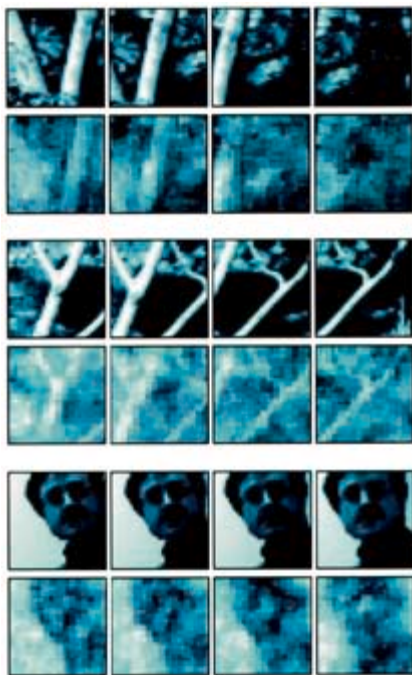
Yang Dan y sus colaboradores de la Universidad de Berkeley abordaron la cuestión de una manera sumamente práctica. Tras anestesiar a los felinos, los colocaron, con los ojos abiertos, frente a un monitor que proyectaba filmaciones en blanco y negro. Durante el proceso, registraban la actividad eléctrica desarrollada en el tálamo, una estructura importante del diencefalo encargada de procesar los estímulos visuales.

Luego, se aprestaron a reconstruir qué habían visto los gatos en el monitor.

A partir de la actividad neuronal, lograron calcular la información icónica de las filmaciones. No les resultó difícil reconocer los motivos de grandes dimensiones (por ejemplo, las ramas de un árbol); sin embargo, la resolución era demasiado baja para el reconocimiento de los detalles (así, los rasgos faciales). Lo que no encerraba ningún misterio, habida cuenta de que en los experimentos

1. AL ACECHO. El gato doméstico en plena cacería.





sólo se observó la reacción de 177 neuronas, muchas menos de las que corresponderían a la zona del tálamo de un gato.

Descifrar el código

¿Cómo se consigue la habilidad requerida para “leer la mente”? Primero debe aprenderse el lenguaje de las neuronas objeto de la medición, en cada animal; las redes neuronales son peculiares de cada sujeto. El grupo de Dan proyectó numerosas filmaciones diferentes a los felinos. El bombardeo de imágenes provocaba respuestas en las neuronas analizadas en forma de pequeños impulsos eléctricos, “potenciales de acción”, que, tras su generación, se transmitían a la siguiente neurona conectada.

Registraban en qué momento se producían las señales. Luego, comparaban las modificaciones en los diferentes puntos de las imágenes del vídeo con el momento y la frecuencia de generación de potenciales de acción por cada neurona analizada. Ocurría, por ejemplo, que una neurona mostraba actividad máxima siempre que la esquina superior izquierda de la grabación brillaba con fuerza, mientras que otra se excitaba ante brillos de intensidad media localizados en el centro. El conocimiento de la estadística en la reacción de un gato ante diferentes impulsos permitía plantearse la siguiente prueba: el animal observaba una filmación nueva, se medían los potenciales de acción asociados y, de acuerdo con el patrón de reacción, se infería la evolución de los puntos de la imagen en el

2. CALCULO DE IMAGENES. En un monitor situado frente a los gatos se muestran fotogramas de filmaciones (véase la secuencia superior). Las imágenes de la fila inferior se generaron a partir de la actividad de 177 neuronas. Las ramas que aparecen en las secuencias superiores se reconocen sin dificultad, mientras que los rasgos faciales del hombre de las imágenes inferiores no se distinguen.

tiempo. La conjunción final de los video-píxeles creaba imágenes completas. Así concluía la reconstrucción.

Este tipo de experimentos no constituye ningún artificio lúdico, sino que responde a un planteamiento teórico hartamente sólido: en el cerebro los impulsos externos se transforman en un código representativo de la actividad conjunta de grandes grupos de neuronas. El camino inverso que recorrieron Dan y su equipo implica adivinar el código de la percepción visual, al menos en el caso de algunos gatos.

No nos hallamos ante meros fenómenos secundarios cuando las asociaciones de células nerviosas reflejan los estímulos del entorno a través de una descarga de impulsos que actuara sin orden. La percepción se basa realmente en la actividad neuronal. Lo que atañe también a los movimientos corporales.

Miguel Nicolelis y su grupo, de la Universidad de Duke, trabajan con monos noctívagos. Los adiestraron para acometer ciertos ejercicios. Durante el entrenamiento, medían los potenciales de acción de neuronas de distintas zonas de la corteza. Con las señales eléctricas resultantes reconstruyeron, lo mismo que Dan, las informaciones originarias; en su caso, los movimientos de las extremidades superiores de los simios.

Control computerizado de prótesis

Mediante la transmisión de las señales a un brazo articulado de robot se generan los movimientos correspondientes. Los investigadores se han planteado la posibilidad de crear prótesis controlables para pacientes disminuidos. Un chip de computador podría reconstruir un movimiento voluntario y controlar la prótesis de forma precisa, basándose en la actividad eléctrica registrada en las zonas del cerebro que controlan la motricidad.

Tales experimentos de reconstrucción revelan, en parte, la manera en la que el sistema nervioso codifica la información: en cada momento hay una gran cantidad de neuronas que participan en el procesamiento de la señal. Sabemos ya que la

cantidad y la secuencia de potenciales de acción desempeñan una función fundamental. La investigación puede centrarse hoy en diferentes áreas del cerebro y determinar en detalle qué características de un estímulo son codificadas por un grupo específico de células nerviosas y con qué exactitud se efectúa.

Pero no deberíamos sacar de contexto estos resultados experimentales. Al fin y al cabo nuestro sistema nervioso procesa los estímulos aferentes de una forma sumamente compleja. Incluso cuando vemos un objeto simple —un cuchillo— entran en acción amplias zonas del cerebro encargadas de analizar su color y forma, así como en la determinación de su posición en el espacio. El objeto se clasifica, se compara con elementos almacenados en la memoria y se valora en cuanto a su peligrosidad; todo ello, con notable rapidez, fiabilidad y, casi siempre, de modo inconsciente.

Las pruebas de reconstrucción sólo aportan cierta información de los mecanismos utilizados por el cerebro para reaccionar ante las señales aferentes. Se centran en una pequeña parte de los procesos que tienen lugar en las complejas redes neuronales. Yang Dan, por ejemplo, sólo registró para sus reconstrucciones de imagen la actividad de las neuronas del tálamo, pese a que los procesos clave del reconocimiento de imágenes acontecen en la corteza. Teniendo en cuenta que en el experimento los felinos estaban anestesiados las conclusiones posibles afectan en realidad sólo a las primeras y más automatizadas fases del procesamiento del estímulo.

Estos experimentos no nos pueden mostrar cómo ve un gato en realidad, pero facilitan la comprensión de aspectos concretos del funcionamiento del sistema nervioso. Se trata de pequeños pasos, muy necesarios, para poder develar, algún día, la base del misterio fascinante de la mente.

CHRISTIAN W. EURICH se halla adscrito al Instituto de Neurofísica Teórica de la Universidad de Bremen.

Bibliografía complementaria

RECONSTRUCTION OF NATURAL SCENES FROM ENSEMBLE RESPONSES IN THE LATERAL GENICULATE NUCLEUS. G. B. Stanley, F. F. Li y Y. Dan en *The Journal of Neuroscience*, vol. 19, pág. 8036; 1999.

EL LENGUAJE DE LAS NEURONAS. M. Bethge y K. Pawelzik en *Mente y cerebro*, n.º 2, págs. 72-79; 2003.

Empirismo lógico

ERNST MACH'S WORLD ELEMENTS, por Erik C. Banks. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, 2003.

CONTINENTAL PHILOSOPHY IN THE 20TH CENTURY. Dirigido por Richard Kearney. Routledge; Londres, 2004.

LOGICAL EMPIRICISM IN NORTH AMERICA. Dirigido por Gary L. Hardcastle y Alan W. Richardson. University of Minnesota Press; Minneapolis, 2003.

En la configuración de los supuestos metodológicos que subyacen bajo buena parte de los enfoques en torno a las relaciones entre mente y cerebro, el empirismo lógico desempeñó un papel crucial a ambos lados del Atlántico (*Continental Philosophy in the 20th Century* y *Logical Empiricism in North America*). Una orientación que le vino dada por Mach (*Ernst Mach's World Elements*) desde el origen de esa tendencia filosófica.

Ernst Mach (1838-1916) estudió en Viena, donde enseñó física en 1861; tres años más tarde se trasladó a Graz y luego a Praga en 1867 para volver a Viena en 1895, nombrado profesor de historia y teoría de la ciencia inductiva. Dictó aquí sólo tres cursos; un accidente cerebrovascular le obligó a abandonar las aulas. En la Viena de su juventud dominaba una versión del materialismo que privaba de contenido específico a sensaciones y fenómenos mentales en la esperanza de disolverlos en partículas y fuerzas. Contra esa opinión, Mach se propuso construir una filosofía natural metacientífica que conjugara la abstracción de la física con la concreción de fisiología de las sensaciones. Para él, los datos de la psicología merecían idéntico valor que los resultados de la física. Entre la física de las fuerzas y movimientos de los objetos del mundo y la ciencia psicológica de las sensaciones y los pensamientos no mediaba hiato alguno. Era todo un *continuum*. A esta concepción Bertrand Russell la llamaría en 1914 "monismo neutro".

De una forma más explícita, prenuncia para el empirismo lógico en sus *Lecciones científicas populares*, de 1882, que la ciencia ha de ocuparse sólo de lo observable y, sus leyes, limitarse a sistematizar las relaciones entre nuestros

experimentos. Abunda en esas ideas en sus trabajos histórico-críticos de mecánica y termodinámica y en su más filosófico *Análisis de las sensaciones*, publicado en 1886. La lectura de Kant, a sus quince años, le indujo a plantearse la posibilidad de extender los conceptos de espacio y tiempo más allá de las condiciones de la percepción. Tras dudar, *more kantiano*, de la cosa en sí (*Ding an sich*), asimilar la idea de mente propugnada en *Allgemeine Metaphysik* de Johann Friedrich Herbart y dejarse seducir por las relaciones cuantitativas de los experimentos psicológicos de Gustav Theodor Fechner, acometió su propia andadura en psicofísica, convencido de que los constituyentes reales del mundo eran cualidades y funciones concretas. Se propuso reconciliar la psicofísica con la física, pero no a la manera de Fechner y otros, que buscaban la identificación de la psicofísica con la física. Mach esbozó una crítica fisiológico-sensorial de los conceptos físicos: la forma espacial y temporal de los principios físicos eran concesiones a la necesidad humana de visualizar los acontecimientos en coordenadas sensoriales.

Defensor de la unificación de las ciencias, competía al físico, declaraba Mach, establecer una suerte de catálogo cualitativo de todas las formas de energía, que se van transformando unas en otras a través de una ley de conservación, una suerte de análogo de la ley de acción mínima en mecánica. La unificación de las ciencias se reflejaría en el avance hacia una unificación de los tipos de energía, con las leyes empíricas de transformación. Pero la física no podía penetrar más allá de los fenómenos de transformación de la energía.

Con algunas discrepancias de puntos importantes del empirismo lógico, puestas de relieve por Banks, podemos asentir a la tesis establecida del papel precursor de Mach en esa corriente. Como lo fue Pierre Maurice Marie Duhem (1861-1916), procedente de una adscripción ideológica muy distinta. Se había éste formado en la Escuela Normal Superior de París. Tras la defensa de su tesis doctoral, en el segundo intento tras un primero fallido y no por razones científicas, inició una carrera docente que se

desarrolló consecutivamente en Lille, Rennes y Burdeos.

Experto termodinámico, su influencia se debe sobre todo a sus tratados filosóficos e históricos. En 1906 publicó *La Théorie physique: son objet et sa structure*, traducida dos años después al alemán. Sus extensos *Les Origines de la statique* (1905-6) y *Le Système du monde* (1913-58) constituyen todavía una fuente de información, en particular, sobre el saber medieval. Por lo que al empirismo lógico respecta, afirmaba que propio de cualquier teoría o hipótesis era "salvar" los fenómenos. En su famosa argumentación contra el *experimentum crucis*, aduce que los experimentos no pueden refutar teorías aisladas, por una razón poderosa: una teoría se halla articulada siempre dentro de un complejo o sistema teórico. Lo mismo que no existen fenómenos aislados, tampoco hay teorías aisladas; sólo existen sistemas teóricos. Defendió, además, una forma de instrumentalismo; en su opinión, el significado de una ley física debe determinarse, en última instancia, por el contexto de la práctica científica y el armazón de leyes emparentadas.

En esa llamada subdeterminación se apoyaba Otto Neurath, quien, por esas fechas, hacia 1907, colaboró en la gestación de la primera generación de neopositivistas, integrada por él mismo junto con Philippe Frank (físico), Hans Hahn y Richard von Mises (matemáticos). Pro-

Ernst Mach





Ludwig Wittgenstein

ponían una filosofía de la ciencia en los antípodas de la *Naturphilosophie*. Rechazaban de plano la especulación metafísica. Toman por útil de razonamiento la lógica matemática de Gottlob Frege y los *Principia Mathematica* de Bertrand Russell y Alfred North Whitehead. Tienen por ideal de axiomatización el esquema recién introducido por David Hilbert. El lenguaje lógico-matemático se convirtió en la forma preferida, merced a su precisión, con el que debía configurarse la filosofía de la ciencia. Partiendo de la tradición del empirismo inglés, la fundamentación en los hechos constituyó la principal diferencia entre la ciencia y otras pretensiones teóricas y filosóficas de conocimiento.

Hacia 1922, asentadas la teoría einsteiniana de la relatividad y la interpretación “antigua” de la mecánica cuántica, adviene la segunda generación neopirista, el potente Círculo de Viena de Positivistas Lógicos, un cenáculo de discusión científica y filosófica, que debe complementarse, para captar su alcance, con la Sociedad de Berlín para la Filosofía Empírica y la llamada escuela de Varsovia. En Berlín trabajan Hans Reichenbach, Richard von Mises, Kurt Grelling, Walter Dubislav y, andando el tiempo, Carl

Hempel. En el grupo de lógicos polacos sobresalían Alfred Tarski, Stanislaw Lesniewski y Tadeusz Kotarbinski, Lukasiewicz, Chwistek y Ajdukiewicz.

La figura aglutinante del Círculo de Viena, entre 1924 y 1936, fue Moritz Schlick, nombrado en 1922 catedrático de filosofía de las ciencias inductivas de la Universidad de Viena, un puesto ocupado con anterioridad por Mach y Boltzmann. En 1918 había avanzado ya algunas tesis del programa en su *Allgemeine Erkenntnislehre* (“Teoría general del conocimiento”). Con Schlick, integran el grupo Otto Neurath, Felix Kaufmann, Herbert Feigl, Friedrich Waismann, Edgar Zilsel, Victor Kraft, Kurt Reidemeister, Philipp Frank, Karl Menger, Kurt Gödel y Hans Hahn. En 1926 se sumó Rudolf Carnap, muy influido por la filosofía de Tarski. Muchos de los componentes del Círculo de Viena eran judíos, lo que explicará su diáspora general unos años más tarde.

Las sesiones iniciales arrancaron con la lectura comentada del *Logisch-Philosophische Abhandlung* que Ludwig Wittgenstein, un discípulo de Russell, acababa de publicar en 1921 (traducido al inglés un año después con el título *Tractatus Logico-Philosophicus*). Asocia allí

la idea de mundo a la totalidad de los hechos, no de las cosas. Wittgenstein ofrecía un enlace adecuado entre la tradición empirista y la nueva lógica matemática. Schlick en su epistemología general, *Allgemeine Erkenntnislehre*, llegaba a concepciones similares. Pero el primer esquema general de la doctrina comienza con la impresión en 1923 de *Der logische Aufbau der Welt*, redactada por Carnap. Existen ciertos paralelismos entre la *Elementenlehre* de Mach y la *Aufbau* de Carnap, en particular por lo que se refiere a una teoría de los elementos y la atención a la fenomenología. En la *Aufbau* todas las proposiciones o teoremas de una teoría científica, y en particular sus predicciones, han de ser expresables en lenguaje observacional acerca de los fenómenos. La experiencia sensorial propia es, para Carnap, el último criterio de verdad de las descripciones fenoménicas que los científicos hayan llevado a cabo. Pero a Carnap le interesaban a la postre las cuestiones lógicas, no las investigaciones psicofísicas.

En 1926 surge la Sociedad de Ernst Mach, formada por Carnap, Neurath y Hahn. Estos redactan en 1929 un manifiesto titulado *Wissenschaftliche Weltanschauung, der Wiener Kreis* (“La concepción científica del mundo actual: el Círculo de Viena”). Surge así la denominación de Círculo de Viena y las líneas maestras de un movimiento que se reconoce deudor de la tradición vienesa representada por Mach, Ludwig Boltzmann y Franz Brentano, de los empiristas y positivistas (Hume, Comte, Mill, Avenarius y Mach), de los filósofos de la ciencia (Helmholtz, Riemann, Mach, Poincaré, Enriques, Duhem, Boltzmann y Einstein), de lógicos (Leibniz, Peano, Frege, Schröder, Russell, Whitehead y Wittgenstein), de axiomáticos (Pasch, Peano, Vailati, Pieri y Hilbert) y de moralistas y sociólogos (Epicuro, Hume, Bentham, Mill, Comte, Spencer, Feurbach, Marx, Müller-Lyer, Popper-Lynkeus y Karl Menger).

Desarrollan una actividad intensa. En 1929 el Círculo organiza su primer congreso internacional, celebrado en Praga; entre 1930 y 1940 le siguieron otros en Königsberg, Copenhague, Praga, París y Cambridge. En 1930 el Círculo se hizo cargo de la revista *Annalen der Philosophie* y la transformó en *Erkenntnis*. Bajo la dirección de Carnap y Reichenbach, se convirtió ésta en el órgano principal del movimiento positivista. En los años siguientes se abrirían nuevas líneas

editoriales con monografías bajo el epígrafe común de *Einheitswissenschaft* (Ciencia unificada), así como la serie de libros *Schriften zur Wissenschaftliche Weltauffassung*. En esta colección apareció un libro de Schlick sobre ética, otro de Frank sobre la causalidad y sus límites, un estudio de Carnap sobre la sintaxis lógica del lenguaje, una obra de Neurath sobre sociología y la famosa *Logik der Forschung*, de Karl Popper, sobre filosofía de la ciencia.

Ese esplendor externo no reflejaba el drama personal de sus integrantes. Feigl se marchó en 1930 a América del Norte y fue contratado por la Universidad de Iowa en 1931. El ascenso al poder de los nacionalsocialistas supuso la disolución de los grupos de Berlín y Varsovia. Hahn murió en 1934, año en que Neurath huyó de Viena, para recalar en Holanda y luego en Inglaterra. Asesinado por un alumno desequilibrado moría Schlick en 1936, fecha en que Carnap fue contratado por la Universidad de Chicago. Hempel logró una ayudantía de Carnap para el curso siguiente, 1937-38. Reichenbach comenzó a impartir clases en la Universidad de California en Los Angeles en 1938. Frank llegó a los Estados Unidos en 1938, pero hasta 1941 no se aseguró un puesto académico, e incluso entonces a tiempo parcial, para dictar clases de física y matemática en Harvard. A Bergmann se le abrieron las puertas de la Universidad de Iowa en 1940, ocupando la cátedra que acababa de abandonar Feigl al haber aceptado un puesto similar en la de Minnesota.

Prestigiados sus miembros por la aureola de perseguidos por el nazismo, las doctrinas del Círculo conocieron una rápida internacionalización, principalmente en los países y universidades anglosajones. Al esquema programático vienés le sucedía, en expresión de Putnam, la *concepción heredada*. Suponía ésta una flexibilización del empirismo ingenuo y radical de los comienzos, amén de incorporar aspectos del pragmatismo vigente en los Estados Unidos y la filosofía del lenguaje de los analistas ingleses. Con otro giro, las actividades institucionales prosiguieron, no obstante. Por citar uno sobresaliente, la *International Encyclopedia of Unified Science*.

Esta *Enciclopedia para la ciencia unificada* era el sueño del Círculo. *Conditio sine qua non*, sostenían, era la abolición de toda metafísica, verbalista y soluble en el crisol del lenguaje. Declaraba Carnap en su ensayo “La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje” que los enunciados metafísicos eran pseudoenunciados sobre la realidad del mundo, carentes de significado. El

Círculo admite sólo dos tipos de enunciados científicos: los enunciados analíticos y los empíricos. Enunciados analíticos son los propios de las ciencias formales (matemática y lógica). En cuanto analíticas, las fórmulas de la lógica y de las matemáticas no han de verificarse. Los empíricos son enunciados que deben verificarse o confirmarse experimentalmente, al menos en principio.

Para los positivistas lógicos, los enunciados empíricos significativos eran o enunciados de protocolo o hipótesis empíricas. Los enunciados de protocolo hallan su verificación en la propia experiencia u observación que expresan. Se trata de enunciados que se refieren sólo al contenido inmediato de algún experimento u observación. Cumple a las hipótesis empíricas poner en relación los enunciados de protocolo entre sí; permiten, por tanto, predicciones. Tales hipótesis se hallan sujetas a contrastación de las predicciones que formulan. Las leyes científicas son hipótesis empíricas; se hallan sujetas a contrastación de las predicciones que formulan sobre lo que se observará. Los enunciados de la ciencia deben ser verificables por la experiencia, por los sentidos; verificabilidad y significatividad de un concepto son sinónimos.

De acuerdo con la distinción básica propuesta en 1938 por Reichenbach en *Experience and prediction* había que discriminar entre el *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación*. El contexto de justificación constituía el dominio adecuado para la reconstrucción racional en epistemología; relegaba todas las cuestiones de valor al contexto de descubrimiento, junto con las consideraciones de biología, psicología y sociología o historia. Olvidado el aspecto histórico de toda teoría y encastillado en un inductismo a ultranza, auténtico punto débil de la doctrina según se encargaría de demostrar Popper, el neoempirismo lógico viene a entender las teorías tal como se recogen en una lógica de primer orden con identidad, en la que encontramos un vocabulario de constantes lógicas y términos matemáticos, un vocabulario de términos observacionales y un vocabulario de términos teóricos. Para la relación entre los términos teóricos y los observacionales hay que apelar a unas reglas de correspondencia. Pero no sólo el historicismo y el falsacionismo acabaron con el neopositivismo lógico. El propio quehacer de la ciencia mostró cuán asfixiante resultaba el corsé axiomático ideal para determinadas disciplinas más allá de la física.

LUIS ALONSO

Hume: empirismo cognoscitivo

A caso sea aventurado pretender resumir, sin falsear, en tan breve espacio las líneas básicas de la gnoseología de Hume. Estamos ante un autor por muchos conceptos fronterizo: lleva el empirismo a sus últimas consecuencias, prenuncia aspectos importantes del kantismo y anticipa líneas del romanticismo al otorgar al sentimiento (*feeling*) la primacía sobre la razón. Este poliedrismo de caras lo convierte en un autor cuyo análisis resulta inevitablemente complejo.

Partamos del perfil más obvio: la filosofía de Hume es básicamente teoría del conocimiento. Dejando de lado su faceta de historiador, tampoco ignoramos en el campo de la filosofía la atención que dedicó a la moral o a la religión, amén de múltiples ensayos menores de desigual valor. Esta centralidad de la gnoseología subraya la inserción de Hume en la filosofía moderna, aquella filosofía que inauguró Descartes poniendo la meta del filosofar en la conquista de verdades sólidas que no dejen resquicios para la menor duda. Pero en esta filosofía inaugural moderna hay que subrayar que la teoría del conocimiento se hace desde la subjetividad, que, como es sabido, se identifica con la conciencia. Al interiorizarse el filósofo en la conciencia, cabe que encuentre esa conciencia cargada de ideas innatas, embriones de ideas, que sólo esperan la oportunidad para su eclosión como ideas formales. Obviamente, si la conciencia, desde su momento original, contiene *in nuce* todas las ideas importantes para el saber, nada más natural que minusvalorar la experiencia, tal como hace Descartes.

Pero la conciencia de Hume, como corresponde a un empirista, está en los antípodas de esa conciencia cargada. Inevitablemente ha de estar en la línea de Locke como precursor y patriarca del empirismo gnoseológico. De acuerdo con él, la conciencia es *empty cabinet, dark room, white paper* (papel en blanco). Es decir, seguimos en la subjetividad de la conciencia, pero de una conciencia vacía. ¿Cómo se va a poner en marcha y llenarse de contenidos cognoscitivos la conciencia? La respuesta es obvia: por recurso a la experiencia. Por eso, desde el inicio del *Tratado sobre la naturaleza humana* se nos dice cómo las impresiones e ideas,

en cuanto elementos originales y originantes de los procesos cognoscitivos, tienen que entrar en la conciencia. Si lo hacen con mayor fuerza, se trata de las impresiones, mientras que, si lo hacen con menos fuerza, se trata de las ideas.

Pero hay todavía algo más relevante en este momento inicial del conocer: resulta que las impresiones de la sensación, que son el elemento original y primario, surgen en el alma de “causas desconocidas”. Tan desconocidas son, que él enumera entre esas posibles causas a



los objetos, al poder creador de la mente, la constitución del cuerpo, los espíritus animales, e incluso a Dios, en contra de lo manifestamente expresado en el ensayo *Sobre la inmortalidad del alma* respecto de la exclusión de Dios del discurso filosófico.

Reparemos: nuestro conocimiento se inicia en las impresiones de la sensación, pero, como desconozco a qué causas se deben tales impresiones, el resultado es quedarse absolutamente encerrado en la conciencia. Grave punto de partida si a él se suma la conclusión de que esa conciencia o ese yo nos es algo desconocido, reducido a un conjunto de percepciones que sólo cuenta con una identidad ficticia elaborada por la imaginación. De estas simples y claras afirmaciones se va a derivar, por una parte,

la disolución del sujeto cognoscente, y, por otra, la necesidad de refugiarse en el escepticismo.

Hasta aquí nos hemos referido a Hume como pensador empirista: pero este encuadre es absolutamente insuficiente si no completamos este perfil encuadrándolo en la Ilustración. Y hay dos tópicos de la Ilustración que nos parecen fundamentales para entender a Hume: se trata de la razón y de la naturaleza. Digamos que estamos en una cultura y filosofía de la razón, pero, aunque parezca paradójico, el concepto ilustrado de razón tiene que esperar a Kant para ser tematizado. Así en Hume es manifiesta su indefinición en la determinación y en el uso de la noción de razón: a veces se la califica como instinto maravilloso e ininteligible, de la misma manera que unas veces se la identifica con la imaginación y otras se la contrapone. ¿Qué se deduce de esto? Se deduce tanto la oscuridad de la noción de la razón como la poca importancia de la misma en la explicación de los procesos cognoscitivos.

Pero la razón no es para Hume la última instancia de apelación resolutoria; esa instancia, en consonancia con la Ilustración, corresponde a la naturaleza, tal como ésta se me presenta y se me impone en la experiencia. Y si se objeta que Hume, como fenomenista, no puede, si se nos permite expresarnos así, conocer “la naturaleza de la naturaleza”, él aceptará que así es, pero que le basta conocer la continuidad, uniformidad y coherencia de los hechos naturales. Y si alguien objeta que con estas premisas se hace difícil, por no decir imposible, alcanzar un conocimiento científico y objetivamente riguroso, esto no ha de preocupar a un pensador que afirma que “las decisiones filosóficas no son otra cosa que reflexiones sobre la vida ordinaria, tratadas con método y corrección”. Y es que se hace preciso tener claro que Hume no trató de hacer, como Descartes o Kant, una teoría del conocer científico, sino que a él le interesa el conocimiento pertinente para la vida, que, según él, esto es lo que basta para vida, y basta también para la filosofía.

SERGIO RÁBADE ROMEO es profesor emérito de las universidades Complutense y San Pablo-CEU.

