

Mente y cerebro

Nº 11/2005
6,5€

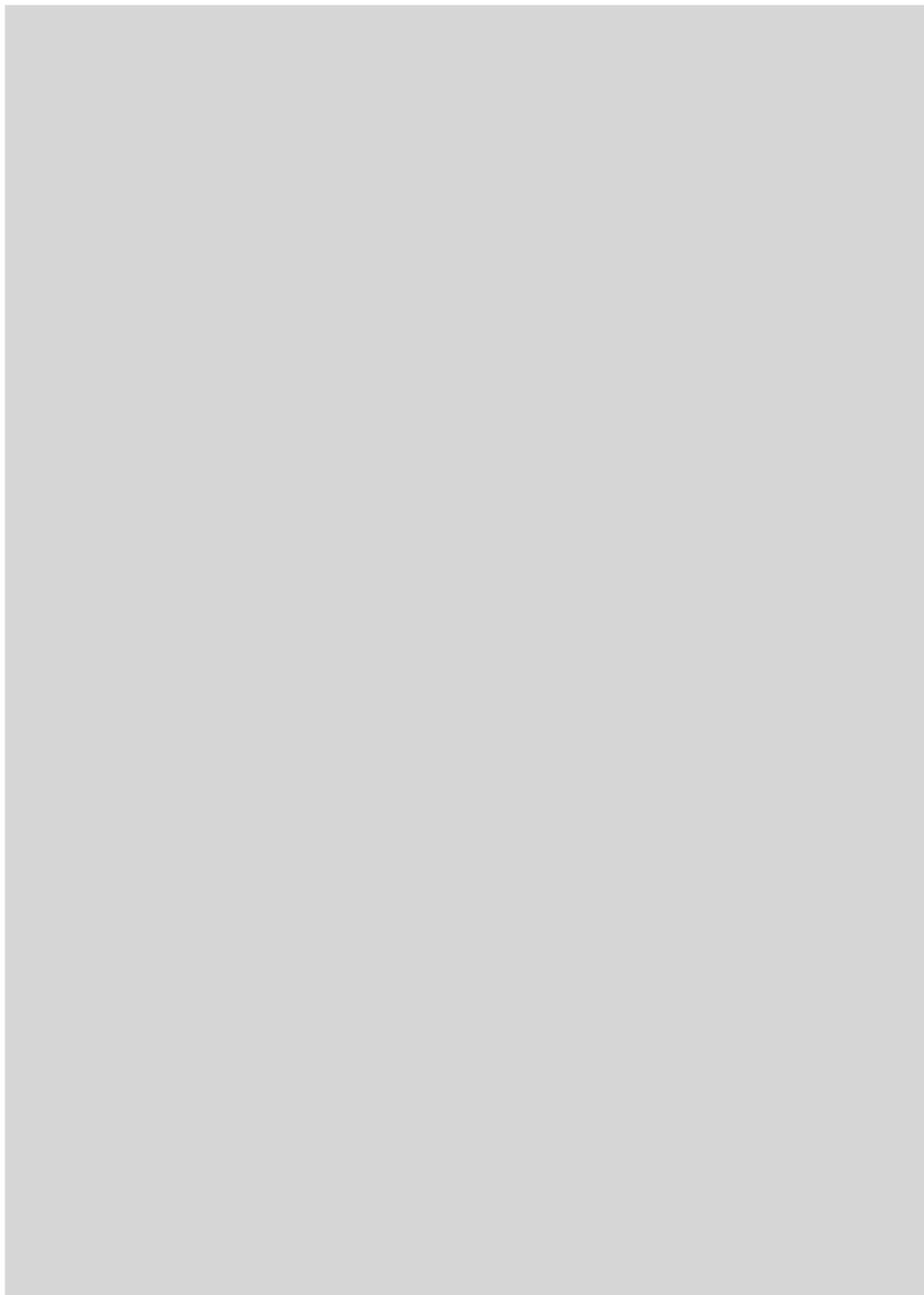
INVESTIGACION
CIENCIA

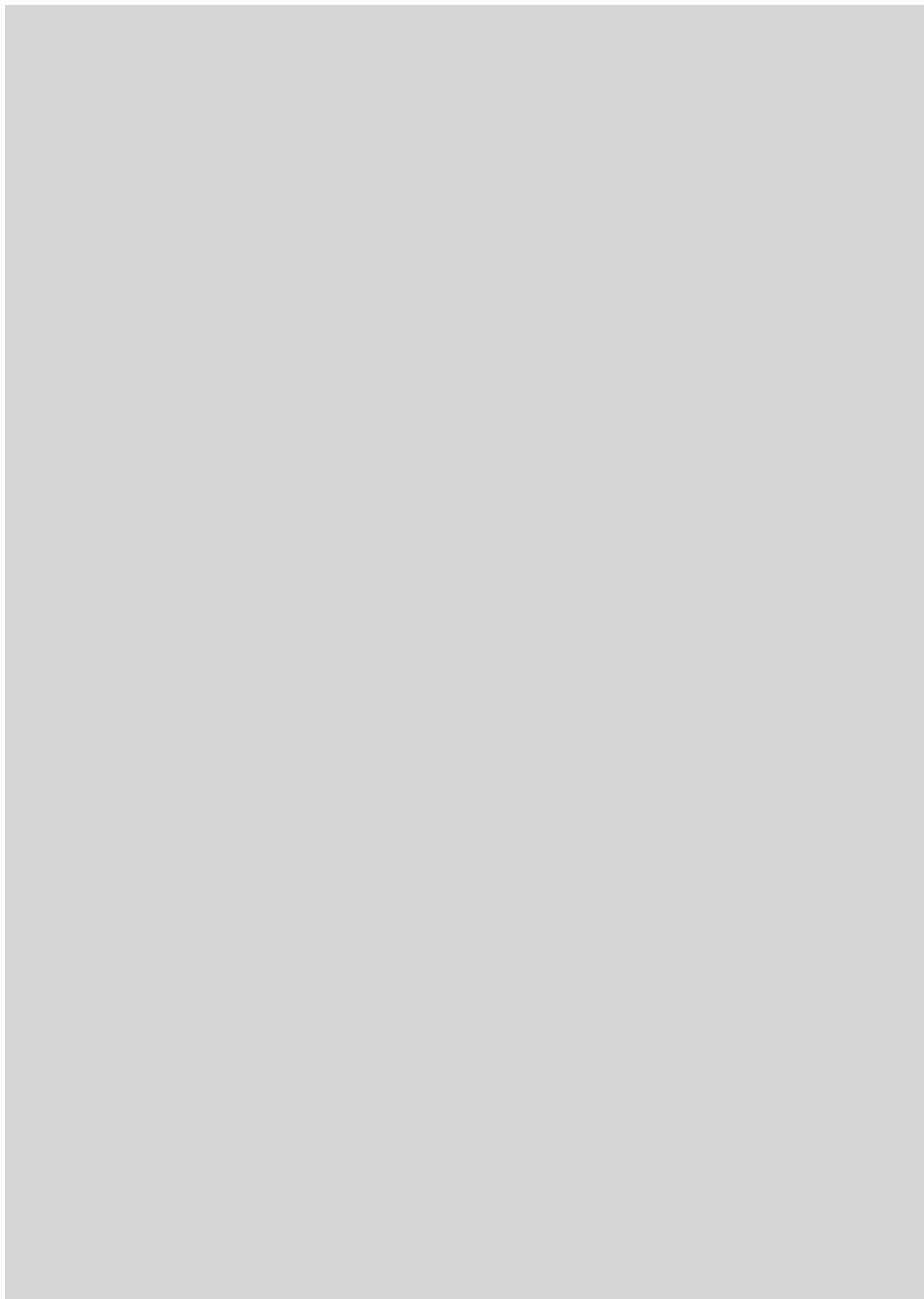
Creatividad

- **Francisco Valles**
- **Hablar sin palabras**
- **Acoso escolar**
- **Excitotoxicidad y muerte de las neuronas**
- **Alucinaciones**
- **Empatía**

Marzo/Abril 2005







SUMARIO

Marzo / Abril de 2005

Nº 11

10 Excitotoxicidad y muerte de las neuronas

Silvia Ortega Gutiérrez

Los procesos de excitotoxicidad provocan la muerte de las neuronas. El estudio de los mecanismos moleculares de este daño celular y de los procesos fisiológicos implicados en la neuroprotección, asociado al desarrollo de fármacos, habrá de permitir el tratamiento de las agresiones excitotóxicas.

21 Acoso escolar

Mechthild Schäfer

Para muchos niños el colegio representa un verdadero martirio. No porque tengan malas notas o soporten maestros severos, sino a causa de la violencia sufrida de sus compañeros.

28 Hablar sin palabras

Jens Lubbadah

Considerado antaño una suerte de pantomima, el lenguaje mímico cuenta con una gramática compleja. El cerebro procesa su expresión en las mismas regiones que dedica al lenguaje hablado.

42 Creatividad

Ulrich Kraft

Las ideas innovadoras son el resultado de un complicado proceso cognitivo, cuyo mecanismo van descifrando neurólogos y psicólogos.

60 Empatía

Tania Singer y Ulrich Kraft

El hombre no se encuentra a gusto solo; por eso dispone de un don sin par: ponerse mental y emocionalmente en el lugar de otros. Hoy ese dominio constituye una nueva rama de la investigación.

78 Alucinaciones

Patrick Verstichel

¿Estoy soñando o estoy despierto? Ambas cosas a la vez, dirán algunos. Paradójicamente, las visiones abren la puerta a la realidad.

82 Nódulos de Ranvier

Jean-Antoine Girault

La vaina de mielina que envuelve las prolongaciones de las neuronas presenta a intervalos regulares un estrangulamiento, el nódulo de Ranvier, cuya estructura celular y organización molecular empezamos a conocer.



15 Libre albedrío y libre censura

Sukhvinder S. Obhi y Patrick Haggard

En el cerebro, la actividad motora precede a nuestra conciencia de la intención de efectuar el movimiento en cuestión. ¿Cómo es posible que nos parezca tener el control?

24 El olfato

Hanns Hatt

Comparado con la visión y la audición, el sentido del olfato ha venido recibiendo una ponderación menor. Por una razón: apenas nos percatamos de que los aromas impregnan toda nuestra existencia.

47 Obsesión conspirativa

Thomas Grüter

Algunas personas ven por doquier poderosas conspiraciones en acción: el mundo se transforma en un auténtico escenario de teatro. ¿Con qué argumentos se trenzan esas ilusiones conspirativas? ¿Por qué tienen tantos adeptos?

56 Terapia centrada en la persona

Jürgen Kriz

Quien rompe una y otra vez a llorar sin motivo o está permanentemente abatido, no suele entender la razón. La terapia centrada en la persona puede ayudar en estos casos a conocer mejor la vivencia propia y, en consecuencia, a modificarla.

52 Déjà-vu

Uwe Wolfradt

En alguna ocasión hemos experimentado la sensación difusa de haber vivido en un momento del pasado una situación a todas luces inédita. La psicología y la neurología se afanan por buscar la raíz de ese fenómeno enigmático de la memoria.

66 Células de la glía

Claudia Krebs, Kerstin Hüttmann y Christian Steinhäuser

¿Es tan sólo un aglutinante? ¿Interviene en la formación del pensamiento? La ciencia avanza a paso seguro en el conocimiento de las células gliales.

70 Niños superdotados

Marie-Noëlle Ganry-Tardy

Si a un niño se le hace cuesta arriba la escuela no significa necesariamente que se le esté exigiendo demasiado. Quizá se trate de un superdotado. En determinadas ocasiones, una inteligencia brillante puede convertirse en un inconveniente.

74 Actitud vital cósmica

Joep Dohmen

La filosofía constituía en la antigüedad clásica un estilo de vida. ¿Hasta qué punto puede servirnos hoy de referencia?

SECCIONES

ENCEFALOSCOPIO

5

Alcoholismo juvenil femenino. Jugar con creatividad. Televisión y merma de atención en los niños. Evolución en marcha. Un cerebro especial.

RETROSPECTIVA

7

Francisco Valles (1524-1592)

Orígenes renacentistas de la neurofisiología moderna.



ENTREVISTA

33

Peter Hacker :

“La falacia reduccionista”.

MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD



35

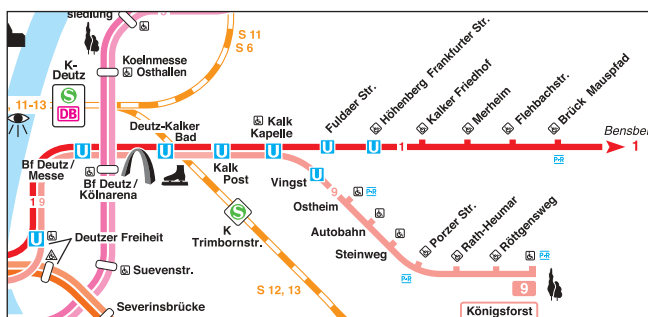
Hijos con minusvalías. Vida artificial. Neurobiología del aprendizaje aversivo gustativo. Inteligencia emocional. No sólo para narcisistas.

SYLLABUS

88

Sistema mental de orientación

Aunque nos perdamos ocasionalmente en la jungla urbana de una ciudad, la mayoría podríamos ser óptimos exploradores. Quizás en esa capacidad de orientación resida la base de todo pensamiento.



LIBROS

94

Sobre el concepto de causa.

ENSAYO FILOSÓFICO

96

El concepto de ciencia en Popper.

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: *Hijos con minusvalías, Creatividad*; JUAN AYUSO: *Obsesión conspirativa, Empatía*; LUIS BOU: *Libre albedrío y libre censura, Nódulos de Ranvier*; ANGEL GONZÁLEZ DE PABLO: *Niños superdotados, Alucinaciones*; I. NADAL: *Acoso escolar, Entrevista, Inteligencia emocional, Actitud vital cósmica*; IGNACIO NAVASCUÉS: *El olfato, Hablar sin palabras, Déjà-vu, Terapia centrada en la persona, Células de la glía*; ALEX SANTATALA: *Vida artificial, No sólo para narcisistas, 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 © 2005 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



MICHAEL KRASOWITZ TAXI / GETTY IMAGES

Alcoholismo juvenil femenino

El consumo de bebidas alcohólicas entre las muchachas está aumentando más rápidamente que en los chicos. Algunos culpan de esa tendencia a la publicidad de las revistas, al menos allí donde se ha estudiado, en los Estados Unidos. En un estudio reciente, llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Georgetown, fueron analizadas 103 revistas de cobertura nacional. El grupo descubrió que, en el año 2002, el incremento en el número de anuncios de bebidas alcohólicas de baja graduación que veían las adolescentes era más de cuatro veces y media mayor que el correspondiente aumento en los anuncios de bebidas para chicos de la misma franja de edad.

El aumento en el consumo está documentado por la Encuesta Nacional de Hogares de 2002 sobre abuso de drogas. Según dicho estudio, la frecuencia con que las adolescentes habían ingerido alcohol a lo largo del mes anterior a la cumplimentación del cuestionario era mayor que la de sus homólogos masculinos. En estudios anteriores había quedado establecido que los anuncios de bebidas alcohólicas afectaban a las intenciones de bebida y comportamiento de los adolescentes. Otro estudio reveló que la contemplación de anuncios activaba áreas cerebrales asociadas con el deseo de beber en jóvenes de conducta desordenada en el consumo de alcohol.

David H. Jernigan, profesor de política sanitaria en la Universidad de Georgetown, que dirigió la investigación sobre los anuncios, considera que los índices cada vez mayores de consumo de alcohol por las adolescentes deben constituir un motivo de grave preocupación. Su estudio reveló que las chicas de 12 a 20 años tenían mayor probabilidad de ver anuncios de bebidas alcohólicas que las mujeres de edades comprendidas entre 21 y 34 años. Cabe esperar que las recientes modificaciones en el código norteamericano de publicidad, que voluntariamente han acordado las grandes asociaciones del comercio de bebidas alcohólicas, puedan contribuir a limitar la exposición a tal tipo de publicidad.

—Lisa DeKeukelaere

Jugar con creatividad

¿Tendremos que volver a la infancia y a los juegos Lego para alimentar la imaginación creadora en el trabajo? Así se viene haciendo desde años en Nokia, Orange y otras grandes empresas. Pero, ¿hay fundamento real? Un equipo dirigido por el profesor Patrick Humphreys confía en averiguarlo.

Humphreys va a analizar ejecutivos que acuden a Box, un centro de nueva creación puesto en servicio el pasado mes de diciembre por EDS, un gigante de servicios tecnológicos. Box tiene su sede en la London School of Economics, donde trabaja Humphreys. EDS enviará personal suyo a Box, y allí, los docentes les iniciarán en Lego Serious Play (Jugar en serio con Lego), que es un conjunto de bloques más una colección de ejercicios patentados. Mientras los ejecutivos combinan los bloques, Humphrey analizará sus acciones por medio de grabaciones de vídeo, entrevistas y otros medios, tratando de averiguar qué ejercicios mejoran la creatividad. Lo que hará que Box sea diferente de otras compañías será la investigación realizada por miembros de la universidad.

Lego Serious Play fue creado por Johann Roos y Bart Victor cuando eran profesores de gestión en el Instituto Internacional para el Desarrollo de la Gerencia, con sede en Lausana. El programa se inspiró, en parte, en trabajos de Jean Piaget, célebre psicólogo suizo. Piaget, en un experimento clásico, vertió iguales volúmenes de agua en dos vasos, alto y estrecho uno, ancho y bajo el otro, con la intención de hacer que los niños afirmasen que había más agua en el más alto. Sin embargo, los experimentos posteriores de otros investigadores revelaron que si eran los propios niños quienes echaban el agua en los vasos les resultaba más fácil comprender que las cantidades de agua eran las mismas, lo que sugiere que la manipulación facilita la comprensión.

Humphreys se muestra especialmente interesado en la traducción que pueda tener el juego con Lego al retornar al mundo real. Lewis Pinault, director gerente de Box, afirma que de niños establecemos conexiones cerebrales por medio de juegos, pero de adultos propendemos demasiado a asfaltar lo que eran senderos provisionales. Pinault confía en lograr ideas para el ulterior desarrollo de Lego Serious Play merced a los análisis de Humphreys.

—Karla Adam



CORBIS



DOONIA DAY STONE / GETTY IMAGES

Televisión y merma de atención en los niños

Cuando Dimitri Christakis observó lo muy encantado que estaba con la televisión su hijo de tres meses se preguntó en qué medida podría ello afectar a una mente todavía en desarrollo. En consecuencia, Christakis, que es profesor de pediatría, diseño, en colaboración con otros, un estudio que aportara la respuesta.

Los investigadores preguntaron a los padres de 1345 niños cuántas horas habían estado sus hijos ante la pantalla cuando tenían entre 1 y 3 años. Midieron la capacidad de estos niños para mantener la atención (basándose en preguntas tomadas de un perfil de conducta hiperactiva) a la edad de 7 años. Se descubrió que el riesgo de que el niño encontrara dificultades para mantener la atención a la edad de 7 años se incrementaba en un 9 por ciento por cada hora diaria más de televisión.

Christakis conjetura que el mecanismo que merma la capacidad para mantener la atención pudiera ser el veloz ritmo de la televisión: a diferencia de las secuencias de la vida real, mucho más pausadas, la televisión muestra imágenes y escenas que cambian con enorme celeridad. La exposición a tan frenéticos ritmos durante los primeros años infantiles —un período crítico en el desarrollo cerebral— podría condicionar la mente a esperar una estimulación del mismo grado. Aunque el estudio no llega a declarar la existencia de un vínculo entre televisión y una pérdida de atención de origen hiperactivo en diagnóstico clínico, el trabajo de Christakis señala que los síntomas esenciales subyacentes a las deficiencias de atención son consistentes con el síndrome clínico.

—Aimée Cunningham

Evolución en marcha

De la evolución se habla como si se tratara de un proceso clausurado. Pero la selección natural sigue actuando. Incluso para la especie humana. Un grupo de investigadores subvencionados por los laboratorios farmacéuticos DeCode Genetics han acometido, con el permiso del gobierno de Islandia, un rastreo del patrimonio genético de los habitantes de la isla. Los lugareños han vivido durante siglos en un aislamiento casi absoluto. Se han recogido ya muestras de más de 100.000 voluntarios.

Gracias a esa cantidad ingente de información, el equipo dirigido por Augustine Kong ha descubierto la existencia de

cierta variante genética peculiar. Se trata de una inversión cromosómica que afecta al cromosoma 17q21.31. En Islandia esta variante ejerce un efecto positivo sobre la fecundidad. Y no sólo porque coincida con una elevada tasa de recombinación genética en el proceso de formación de espermatozoides y ovocitos. Además, las variantes de este tipo son responsables de la mayoría de las diferencias entre el hombre y el resto de los primates. Las dos variantes, conocidas por H1 y H2, podrían existir separadas desde hace por lo menos tres millones de años, fecha anterior a la aparición de *Homo sapiens* e incluso del género *Homo*, fijada en torno a hace unos 2,5 millones de años.

Un cerebro especial

El carácter singular de la evolución del cerebro humano acaba de recibir un importante respaldo. Bruce Lahn y su equipo, del Instituto Howard Hughes de Medicina de Chicago, han demostrado que los genes implicados en el desarrollo y en el funcionamiento cerebral del hombre han evolucionado con celeridad superior a la observada en los demás mamíferos, incluidos los primates no humanos. Transformación asentada en bases moleculares que reflejan un proceso de selección natural punto menos que único.

Lahn ha examinado la variación en el curso del tiempo de las secuencias de 214 genes para la regulación del desarrollo y de la actividad cerebral de cuatro especies distintas: dos primates (hombre y macaco) y dos roedores (rata y ratón). De la comparación resulta que, en promedio, los genes analizados han evolucionado mucho más deprisa en los primates que



CORNELIA BLIK

en los roedores y mucho más deprisa en la línea evolutiva del hombre que en la de los macacos.

Los investigadores han pergeñado una clasificación de los 20 genes de primates que en el transcurso del tiempo han sufrido más cambios. Se trata, en su mayoría, de secuencias comprometidas con la regulación de las dimensiones cerebrales y con la modulación del comportamiento, para subrayar que estos dos aspectos han representado los objetos preferenciales sobre los que ha pivotado la selección natural. Queda por aclarar por qué motivo la selección ha presionado en el sentido de cerebros mayores y más complejos en la línea evolutiva del hombre. Lahn sospecha que se debió a los comportamientos culturales y la estructura de la sociedad. A medida que nuestros progenitores se hicieron más sociales, diversos niveles de inteligencia podían traducirse en grandes diferencias de probabilidad de supervivencia: podían manipularse en beneficio propio estructuras sociales enteras.

Francisco Valles (1524-1592)

Orígenes renacentistas de la neurofisiología moderna

José María López Piñero

Nacido en la localidad burgalesa de Covarrubias, la formación y la actividad docente de Francisco Valles se desarrolló en la Universidad de Alcalá: tras licenciarse en “artes” (1547) y medicina (1553) y doctorarse (1554), ocupó la cátedra “de prima” de medicina desde 1557 hasta 1572. En esta última fecha pasó a ser médico de cámara de Felipe II, quien lo nombró “Protomédico general de todos los Reinos y Señoríos de Castilla” y le encargó tareas tan diversas como explicar la reglamentación sobre pesos y medidas farmacéuticas y organizar, junto a Benito Arias Montano y Ambrosio de Morales, la biblioteca de El Escorial.

Valles publicó dieciocho obras. Una de ellas, la titulada *De sacra philosophia* (1587), es una glosa de los textos bíblicos que aluden a cuestiones médicas y científicas. Cuatro están dedicadas a traducciones y comentarios de los textos aristotélicos sobre filosofía natural, aspecto de su producción que no ha sido todavía estudiado de forma adecuada. El resto son libros acerca de temas estrictamente médicos. Considerar a Valles como una especie de “médico-filósofo” no tiene otro fundamento que ignorar el contenido de sus obras, interpretando erróneamente alguno de sus títulos.

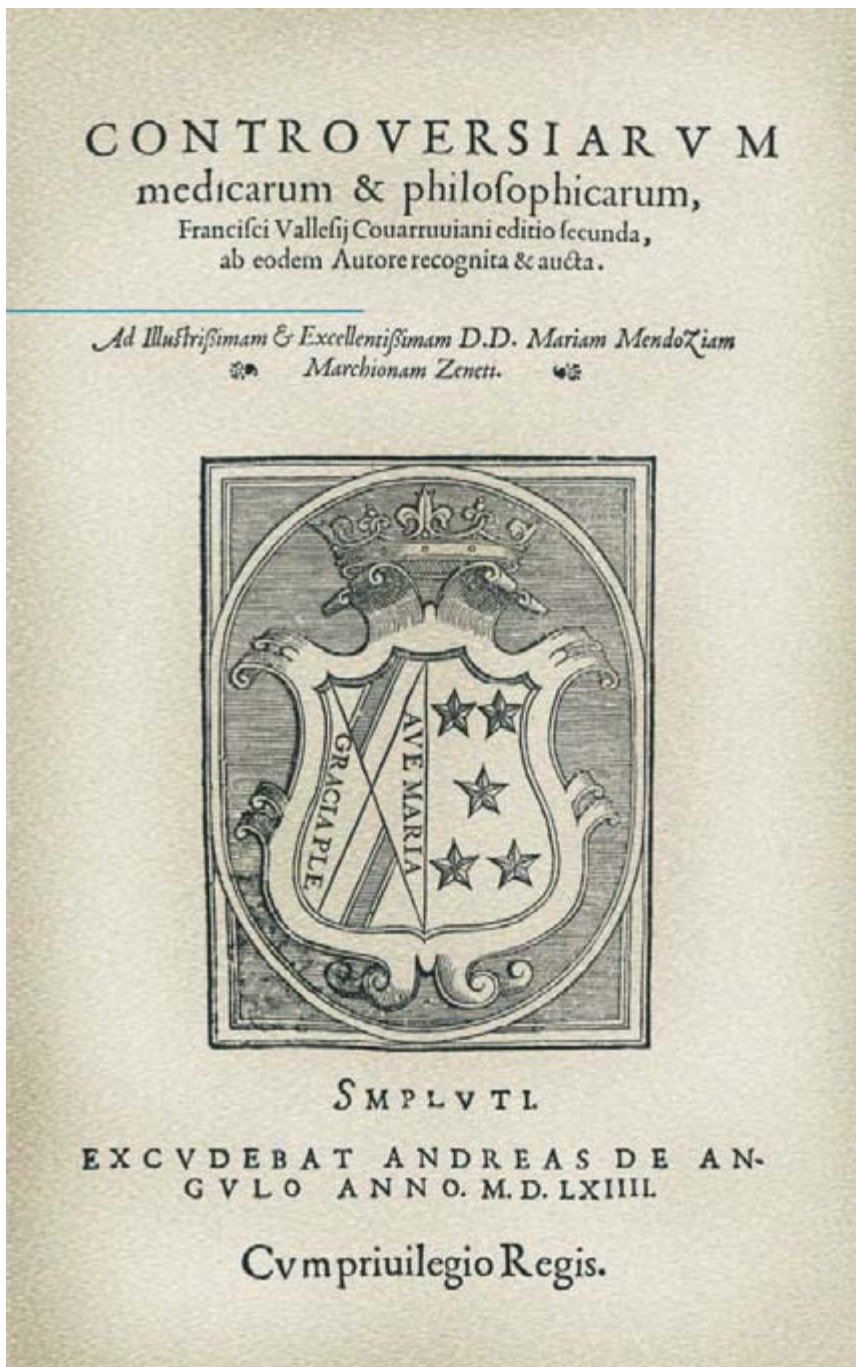
Su primera obra, *Controversiarum medicarum et philosophicarum libri decem* (1556), analiza cuestiones problemáticas sobre fisiología, patología, clínica y terapéutica. Tuvo catorce ediciones entre 1556 y 1625, aunque de cuatro no me ha sido posible localizar ejemplares. Su extraordinaria influencia en toda Europa explica que los suecos B. I. Lindskog y B. L. Zetterberg, miembros de la *Sydsvenska Medicinhistoriska Sällskapet*, le dedicaran durante años una investigación

modélica con el riguroso método de la llamada “bibliografía material”, cuyos resultados expusieron principalmente en el trabajo *En betydande spansk läkarbok fran 1500-talet. F. Vallesii, Controversiarum medicarum et philosophicarum libri X, dess upplagor och nagra företal* (1968). Como seguidor de la mentalidad humanista, Valles recurre en ella a los textos clásicos consultados directamente



1. RETRATO de Francisco Valles grabado por Manuel Alegre y concluido por Salvador Carmona según dibujo de José María Maca. Forma parte de la colección *Españoles ilustres*, editada por la Real Calcografía (1789-1814).

2. PORTADA de la segunda edición de las *Controversiae* (1564) de Francisco Valles.



in *codice graeco* y no oculta su desprecio ante las traducciones de los *barbari* medievales, pero lo más significativo es que se apoya en los datos anatómicos procedentes de la disección de cadáveres humanos. A través principalmente del anatomista valenciano Pedro Jimeno, asimiló la nueva morfología vesaliana y la convirtió en uno de los fundamentos de su obra: “Si convenía que algunas controversias se decidieran por la descripción anatómica, examiné con los ojos la parte correspondiente, no una sola vez y sin testigos, sino en muchas ocasiones y

en presencia de estudiantes, que estaban informados de lo que se pretendía, pues así era más difícil equivocarse”. El planteamiento de algunas “controversias” es, incluso, una consecuencia de los recientes hallazgos anatómicos. En esta revista, lo pertinente es resumir algunas llamadas a tener importancia en el futuro desarrollo de la neurofisiología.

La primera analiza la teoría de Jean Fernel, según la cual la “facultad animal” motora residiría en la sustancia o “médula” cerebral y se transmitiría por las fibras de los nervios, mientras que la sensitiva

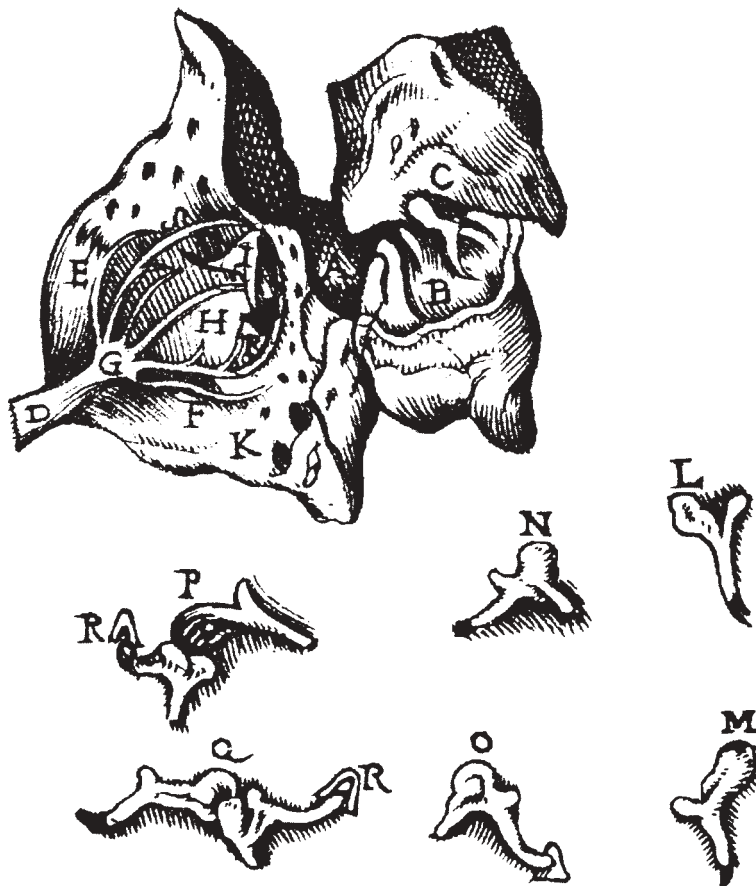
estaría localizada en las meninges y se transmitiría por las túnicas de los mismos nervios. Valles afirma que la observación anatómica desmiente los argumentos de Fernel. Critica a continuación la doctrina de *tota barbarum schola*: “los espíritus se transmiten a todas las partes del organismo y con ellos se transportan las facultades”. Le opone el hecho fundamental de que los “espíritus” son “corpóreos”, con un espesor o densidad que hace imposible su transmisión instantánea, como la que supone el movimiento voluntario de un pie o el latido de una arteria distal al mismo tiempo que la contracción cardíaca. Por ello, defiende que el movimiento y la sensibilidad se transmiten a través de los nervios mediante “una cierta modificación espiritosa sin transporte de materia, por lo que puede influir de repente a distancia y atravesar los sólidos, ya que... los nervios son densos y duros”.

En conexión con la controversia anterior, reduce el número de facultades directrices o hegemónicas, “cuya sede primaria es el cerebro”, admitiendo solamente “la imaginativa, la cogitativa y la memoria”, frente a las cinco propuestas por aristotélicos y avicenisistas. Se refiere asimismo a su localización: “La opinión común de casi todos los médicos es que la sede de la imaginativa es la parte anterior del cerebro, la de la cogitativa, el ventrículo medio y la de la memoria, el posterior”. Rechaza esta doctrina y ofrece numerosos argumentos de que “residen en el cerebro, sin esta distinción”. Acerca de la cuestión de “si la facultad sensitiva y la motora se transmiten a través de los mismos nervios”, defiende la multiplicidad de los instrumentos de la sensación y del movimiento, así como de los nervios correspondientes. Acerca de este tema volvió en sus obras posteriores con planteamientos más basados en la anatomía.

Dedica ocho capítulos a los sentidos externos, ocupándose de los órganos de la olfacción, audición y visión, rechazando las opiniones de Aristóteles y de Galeno. Considera, por ejemplo, cuál es el “instrumento de la audición”, con motivo del descubrimiento de los huesecillos auriculares por Vesalio y los anatomistas valencianos Pedro Jimeno y Luis Collado. Estudia el tema, más general, de las “localizaciones de los sentidos”, reiterando que “la misma facultad que tiene potencia de imaginar, razonar y recordar, radicada en el cerebro, es la que ve en los ojos, oye en los oídos, gusta en la lengua, etc.”

3. PRIMERA REPRESENTACION

impresa de los huesecillos del oído medio que incluye el estribo. Calcografía de *Historia de la composición del cuerpo humano* (1564), de Juan Valverde de Amusco.



La influencia de la nueva morfología se manifiesta de manera todavía más clara en el segundo libro de Valles: sus comentarios al tratado galénico *De locis patientibus* (1559). En el prólogo, destaca la importancia y la dificultad del “diagnóstico de las enfermedades internas y de todo lo que se oculta en lo más recóndito del cuerpo” y afirma que su estudio “exige destreza anatómica”. Por ello, no se redujo a una mera depuración filológica del texto galénico, sino que, con la ayuda de Pedro Jimeno, se apoyó de modo sistemático en los datos anatómicos: “Al explicar esta obra en cursos anteriores, no he expuesto las afecciones de ninguna parte sin que yo mismo hubiera examinado antes toda su estructura y la hubiera mostrado a mis discípulos, gracias a la pericia de Jimeno”. Valles no estaba interesado en comprobar las lesiones anatómicas, sino que intentaba aplicar la nueva morfología a la doctrina tradicional de la localización de las enfermedades, con el fin de fundamentar o rectificar las afirmaciones de Galeno. De esta forma, critica algunas de las interpretaciones galénicas de los trastornos de la voz y de la espiración, basándose en las descripciones de los músculos intercostales que había hecho Vesalio y en los nuevos estudios sobre la anatomía de la laringe. Por el contrario, defiende frente a Vesalio la doctrina galénica de que se pueden disociar las alteraciones de la motilidad y la sensibilidad, apoyándose en la innervación independiente que corresponde a ambas funciones. De modo semejante, recurre a la anatomía vascular, renal, pulmonar y de otros territorios orgánicos.

Tras un breve tratado semiológico sobre la orina, el pulso y la fiebre (1565), Valles publicó comentarios de otros cinco libros de Galeno (1567, 1569), tres de los cuales tradujo de textos griegos cuidadosamente depurados. Su producción madura se centró, sin embargo, en los textos hipocráticos. Valles fue una de las principales figuras europeas de una tendencia surgida en el seno de la corriente humanista que, sin cuestionar la autoridad de Galeno y la validez de su sistema, convirtió a Hipócrates en el principal modelo de la práctica y del saber médicos. Los seguidores del galenismo “hipocratista” manejaron los textos hipocráticos de acuerdo con los supuestos del humanismo y destacaron la

necesidad de la filosofía natural y la nueva anatomía, que en cierto modo pasaron a convertirse en lo que hoy denominaríamos “ciencias básicas”. Sin embargo, la característica distintiva de la tendencia fue asumir el legado hipocrático como modelo de observación clínica precisa y como argumento de que ésta era la base más importante de la medicina.

Entre 1561 y 1569, Valles publicó traducciones y comentarios de los *Aforismos*, *De alimento*, los *Pronósticos* y *De ratione victus in morbis acutis*. Este esfuerzo culminó en 1556 con la aparición de una traducción latina ampliamente comentada de los siete “libros” de las *Epidemias*, que incluyen, como es sabido, las historias clínicas hipocráticas. El comentario fue el primero que abarcó los siete “libros”, independientemente de que merecieran o no ser atribuidos a Hipócrates, pues Valles declara que lo que importaba era encontrar observaciones útiles. Subraya también que los textos hipocráticos que había traducido hasta entonces contenían normas y preceptos, pero que éste era de mucha mayor importancia porque incluía exclusivamente observaciones clínicas. Sus comentarios consisten fundamentalmente en una discusión de la patología, la clínica y la terapéutica de las afecciones descritas, basada ante todo en la propia experiencia personal. Resulta muy signi-

ficativo que, siglo y medio más tarde, el holandés Hermann Boerhaave, auténtico fundador de la clínica moderna, hiciera el siguiente elogio: “El que tenga los comentarios de este español no necesita de otros, porque todos los modernos escriben conforme a teorías y yo únicamente alabo al que con observaciones propias explica lo que expone Hipócrates”.

Durante los últimos años de su vida, Valles publicó *De sacra philosophia* (1587), un *Methodus medendi* (1558), que figura entre los mejores manuales de terapéutica clínica del Renacimiento, y el *Tratado de las aguas destiladas, pesos y medidas de que los Boticarios deven usar*, impreso el mismo año de su muerte (1592) y destinado a explicar una ordenanza real sobre el tema. El anciano protomédico, aunque conoció al paracelsista Diego de Santiago y al resto de “destiladores de Su Magestad”, apoya su glosa en los textos de materia médica y destilación anteriores al movimiento paracelsista.

La influencia de la producción de Valles no se limitó a las *Controversiae*. Sus libros alcanzaron un total de setenta y dos reediciones en diversos países, aparte de las dieciséis que tuvieron en la misma España. Durante más de dos siglos fue profusamente citado por los médicos de toda Europa, entre ellos, los que iniciaron el desarrollo de la medicina contemporánea.

Excitotoxicidad y muerte de las neuronas

Los procesos de excitotoxicidad provocan la muerte de las neuronas. El estudio de los mecanismos moleculares de este daño celular y de los procesos fisiológicos implicados en la neuroprotección, asociado al desarrollo de fármacos, habrá de permitir el tratamiento de las agresiones excitotóxicas

Silvia Ortega Gutiérrez

Con el término excitotoxicidad se designa la muerte de las neuronas producida por la hiperactivación de los receptores de un neurotransmisor, el glutamato. Constituye éste el principal neurotransmisor excitatorio del sistema nervioso central. Las neuronas que lo alojan se llaman glutamatérgicas. Cuando se estimula una neurona glutamatérgica, la liberación sináptica de glutamato activa la neurona postsináptica; así procede la transmisión de la excitabilidad neuronal y la del impulso nervioso. Pero si, por alguna razón, fallan los mecanismos de estricta regulación a los que está sometido, se convierte en un proceso patológico, capaz de desencadenar una hecatombe entre las neuronas.

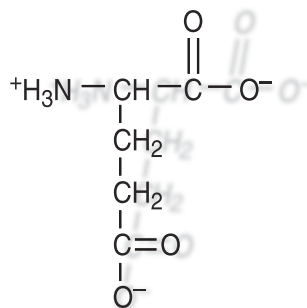
El glutamato, una vez liberado en la sinapsis, viaja a través del espacio sináptico y alcanza la neurona postsináptica, donde se une a sus receptores correspondientes. La unión del glutamato a sus receptores provoca la activación de éstos.

Receptores de glutamato

Los receptores de glutamato se dividen en dos grandes grupos: ionotrópicos y metabotrópicos. Los receptores ionotrópicos son canales iónicos; con otras palabras, su activación produce la apertura de un canal y deja paso a la entrada del ion calcio en el interior celular. Los receptores metabotrópicos presentan una estructura de siete segmentos transmembrana; pertenecen a la superfamilia de receptores acoplados

a proteínas G. Aquí nos centraremos en los receptores ionotrópicos de glutamato, que cumplen una misión capital en los fenómenos de excitotoxicidad ligados a la hiperactividad glutamatérgica.

En función de sus agonistas selectivos —llámase agonista la molécula que se une a un receptor y promueve la respuesta que caracteriza a éste—, los receptores ionotrópicos se han venido agrupando en tres clases: receptores NMDA, activados por el *N*-metil-*D*-aspartato; receptores AMPA, activados por el α -amino-3-hidroxi-5-metilisoxazol-4-propionato, y receptores tipo KA, activados por kainato. En los tres casos se trata de proteínas multiméricas, constituidas por la asociación de distintas subunidades que forman el receptor canal iónico.



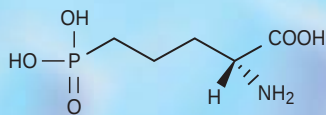
SILVIA ORTEGA GUTIERREZ

1. ESTRUCTURA DEL AMINOACIDO GLUTAMATO. El principal neurotransmisor excitatorio.

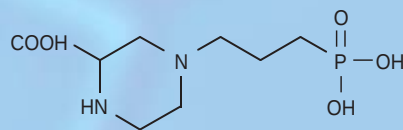
Las diferentes combinaciones en que pueden asociarse las subunidades para constituir los distintos receptores funcionales justifican la existencia de los tres tipos de receptores ionotrópicos, que divergen entre sí por su sensibilidad a los agonistas, el tiempo de respuesta y la existencia de otros sitios de unión para diversos ligandos.

Desde el punto de vista de la neurotoxicidad, los receptores NMDA, sujetos a unos procesos de regulación muy estrictos, son los más importantes. La activación del receptor requiere la unión simultánea de una molécula de glutamato y otra de glicina; ambas moléculas han de operar juntas: son coagonistas.

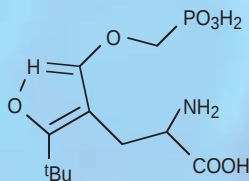
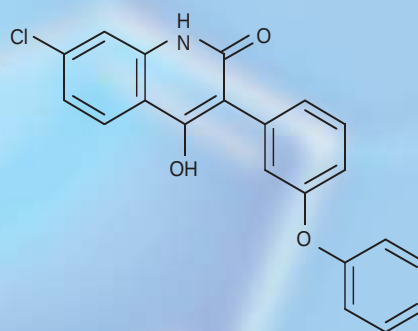
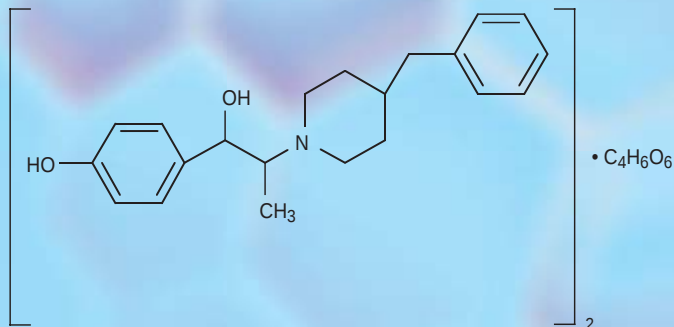
La conformación estructural del receptor puede modularse por el magnesio extracelular y por los protones. Su función se inhibe en un medio ácido. Se inactiva también el receptor NMDA en presencia de calmodulina. La entrada de calcio en el interior celular activa la calmodulina, proteína que interacciona con el extremo C terminal de una de las subunidades aminoácidas de los receptores NMDA. Esta interacción deja bloqueado al receptor. En el proceso inactivador interviene, además, otra molécula, la calcineurina, fosfatasa dependiente del complejo calcio/calmodulina. En resumen, nos hallamos ante un proceso bifásico de modulación, compuesto por una primera etapa de defosforilación del receptor NMDA, a la que sigue una segunda etapa de unión del complejo calcio/calmodulina.



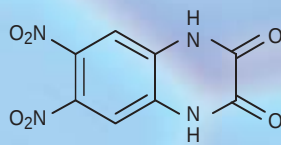
D-(-)-AP5



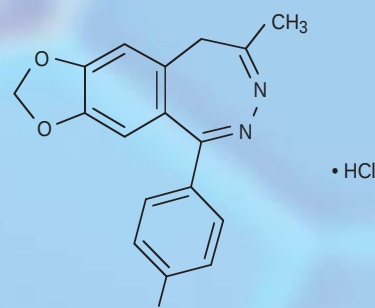
(-)-CPP



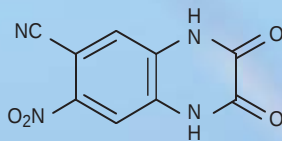
ATPO



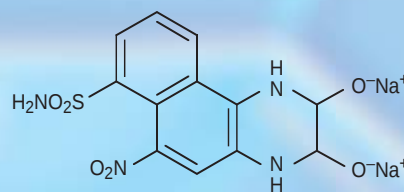
DNQX



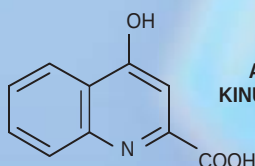
GYKI-52466



CNQX



NBQX



ACIDO
KINURENICO

2. ESTRUCTURA DE LOS ANTAGONISTAS de los receptores de glutamato más representativos. Los dos superiores se comercializan.

Excitotoxicidad

En el extremo opuesto nos encontramos con una situación de hiperactividad. La sobreactivación de los receptores glutamatérgicos viene provocada por la liberación en masa de glutamato. En consecuencia, aumenta la concentración intracelular de calcio, incremento que desencadena cascadas tóxicas, conductentes, en último término, a la muerte de las neuronas. A ese fenómeno se le denomina excitotoxicidad.

Todos los tipos de receptores de glutamato pueden intervenir en procesos de excitotoxicidad. Además, la mayoría de los episodios excitotóxicos inducidos por el

ion calcio son comunes a la activación de los receptores AMPA/KA y de los NMDA, si bien difiere la contribución de unos y otros a la excitotoxicidad.

En los procesos de neurotoxicidad y muerte neuronal asociados a una exposición breve e intensa al neurotransmisor glutamato importan, sobre todo, los receptores NMDA. Por una razón principal: la activación de los NMDA promueve aumentos letales en la concentración intracelular de calcio; lo hace con una celeridad mayor que la activación de los receptores de tipo AMPA/KA. Pero si decae la activación de los NMDA, puede suceder que una sobreactivación de los re-

ceptores AMPA/KA produzca un aumento en la concentración intracelular de calcio, con la consiguiente neurodegeneración y muerte neuronal.

En cambio, los receptores metabotrópicos de glutamato (mGluR) no parecen contribuir directamente a los procesos de excitotoxicidad, aunque sí podrían intervenir en la regulación de los mismos.

En determinadas regiones cerebrales, la lesión relacionada con la excitotoxicidad atañe a ciertos tipos de neuronas. Tal especificidad podría atribuirse a factores protectores (proteínas ligadoras de calcio) o a factores sensibilizantes (la expresión de receptores de glutamato permeables al cal-

cio). Sabemos que la excitotoxicidad inducida *in vitro* por la activación de receptores de AMPA afecta a las interneuronas. Estas células expresan subtipos de receptores de AMPA con una gran permeabilidad al calcio, indicio de un posible mecanismo de su vulnerabilidad selectiva.

Histológicamente, la excitotoxicidad aguda se caracteriza por la formación de edemas en los cuerpos celulares neuronales y las dendritas, en correlación con la localización predominantemente somatodendrítica de los receptores de glutamato.

Mecanismos moleculares de la excitotoxicidad

Aunque queda mucho por averiguar sobre los mecanismos moleculares y celulares de la excitotoxicidad, se conocen ya algunos aspectos. La estimulación excesiva de la neurona mediante la liberación de aminoácidos transmisores excitatorios provoca la hiperactivación de los receptores de glutamato. Esta, a su vez, induce un incremento excesivo de calcio intracelular, que provocará, a continuación, una alteración del metabolismo neuronal junto con la activación de una cascada celular autodestructiva.

En esa secuencia de autodegradación participan enzimas dependientes de calcio como las fosfatasa (así, la calcineurina), proteasas (calpaínas y caspasas) y lipasas, además de formarse especies reactivas de

oxígeno (ROS). Algunos de estos eventos se desarrollan con suma celeridad; no tardan en provocar la muerte de la neurona. Otros provocan la muerte celular pero de forma más tardía; pertenecen a este segundo grupo las alteraciones metabólicas y la formación de ROS.

Activación de cascadas autodestructivas

La bioquímica de las cascadas que terminan con la vida de la célula implica la activación de distintas enzimas catabólicas: proteasas (que hidrolizan proteínas), fosfolipasas (que catalizan la ruptura de diversos derivados lipídicos) y endonucleasas (que provocan la ruptura del ADN).

Entre las proteínas quinasas activadas por calcio, destacan la calmodulina quinasa dependiente de calcio (CaMK) y la isoforma dependiente de calcio de la proteína quinasa C (PKC). Estas dos proteínas quinasas modifican la función de muchos canales iónicos, incluidos los receptores NMDA y AMPA/KA, así como los canales de calcio dependientes de voltaje.

Producción de ROS, radicales libres y peroxidación de lípidos

Con la entrada masiva de calcio se forman especies reactivas de oxígeno. ¿Cuáles son los mecanismos bioquímicos que relacionan la síntesis de radicales libres

y el aumento de calcio? Son varios. En una primera vía, se activa la fosfolipasa A_2 (PLA_2) en presencia de calcio. Esta enzima produce la liberación de ácido araquidónico por hidrólisis de sus lípidos precursores; se inicia entonces la cascada del ácido araquidónico, que origina la formación de radicales libres junto con la peroxidación de lípidos.

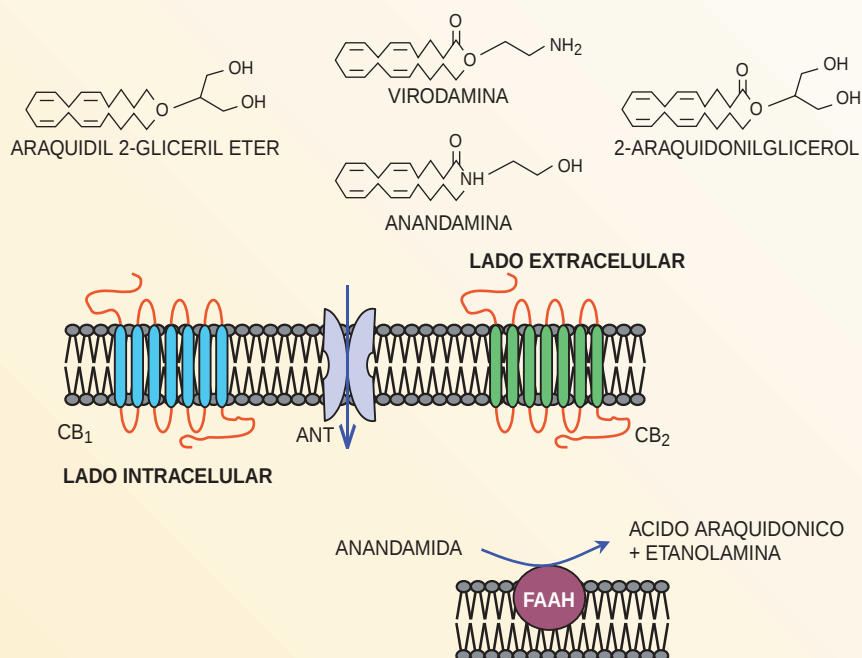
En una segunda vía, se estimulan los receptores NMDA, que activan la enzima óxido nítrico sintasa. Por intervención de ésta, se libera óxido nítrico, que, al interactuar con otras ROS, genera peroxonitrito, especie altamente reactiva.

Se basa una tercera vía de producción de radicales libres en el desacoplamiento del transporte mitocondrial de electrones. A partir de la cadena transportadora mitocondrial de electrones y de una forma dependiente del calcio, la activación de los receptores NMDA dispara la síntesis de especies reactivas de oxígeno.

En cultivos celulares, la producción de ROS es estimulada por concentraciones no neurotóxicas de NMDA. También se ha observado en ensayos en ratas que los receptores NMDA son responsables de una producción basal de ROS. Ahora bien, si se sobreestimula la actividad de los receptores NMDA, entonces la tasa elevada de ROS mitocondriales basta por sí sola para causar la neurotoxicidad.

En apoyo de la hipótesis que concede a los radicales libres una intervención principal en la excitotoxicidad, se ha demostrado que el tratamiento con agentes sequestradores de radicales libres inhibe la muerte neuronal promovida por la activación de los receptores AMPA o NMDA.

3. SISTEMA CANNABINOIDE ENDOGENO. Consta de tres elementos fundamentales: ligandos endógenos, receptores específicos para estos ligandos endocannabinoides y un sistema de terminación de la respuesta biológica inducida por la activación que los ligandos endógenos producen sobre sus receptores.



Importancia del catión Zn^{2+} en la excitotoxicidad

El catión Zn^{2+} puede contribuir a la muerte neuronal. ¿Cómo? Sabemos que se requiere la presencia de este ion para el funcionamiento correcto de muchas metaloenzimas y factores de transcripción, y sabemos que, en el sistema nervioso central, el catión forma parte de los procesos de señalización intracelular neuronal. A concentraciones bajas del ion Zn^{2+} se modifica la función de los canales de sodio, potasio o calcio, así como de algunos subtipos de receptores de GABA. El catión atenúa, además, la activación de los receptores NMDA.

Implicado en el proceso de neurotransmisión, el Zn^{2+} abunda en la brecha o hendidura sináptica durante la actividad neuronal. Y se ha sugerido su intervención en los procesos excitotóxicos tras descubrirse que el zinc presináptico puede translocarse selectivamente en las neuronas del hipocampo y de la corteza, especialmente

SILVIA ORTEGA GUTIERREZ

vulnerables al daño excitotóxico. Esta hipótesis concuerda con la observación de que la eliminación del Zn^{2+} a través de la formación de quelatos produce una reducción selectiva de la muerte neuronal excitotóxica.

Muerte neuronal: apoptosis y necrosis

La causa de la muerte celular se atribuyó en un primer momento a la necrosis promovida por la autólisis de proteínas esenciales. A esa pauta se acomodaba la muerte neuronal excitotóxica, en un proceso que guarda correlación con los niveles de entrada de calcio: la eliminación o disminución de los niveles de calcio atenúa la muerte neuronal inducida por glutamato.

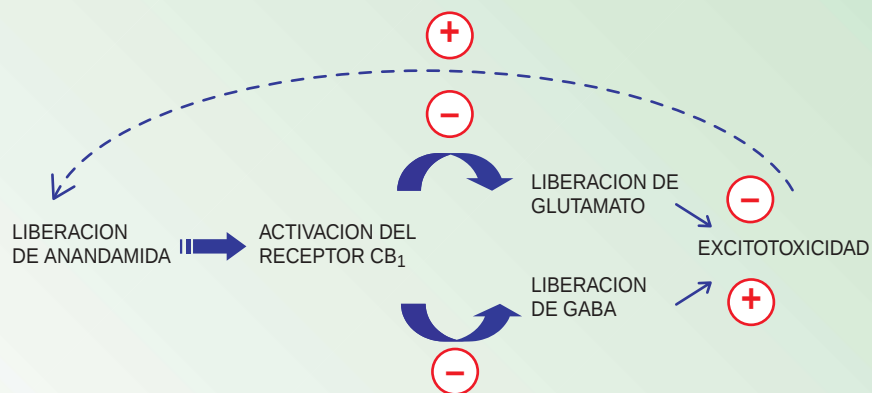
Sin embargo, la investigación reciente revela que, en la lesión excitotóxica, las entradas masivas de calcio pueden desencadenar la intervención de cascadas de proteínas con actividad quinasas e inducir mecanismos de muerte celular programada, o apoptosis. La existencia de este mecanismo adicional se ha puesto de manifiesto a través de la administración de un antagonista NMDA en presencia de un compuesto inhibidor de la apoptosis. Se ha comprobado que la administración simultánea de ambos compuestos ejerce unos efectos neuroprotectores mayores que la administración de cada uno por separado.

Otro factor que interviene en la apoptosis es la disminución de los factores de crecimiento. Aunque se sabe de algún caso en que se ha experimentado un aumento de tales factores durante los fenómenos de excitotoxicidad. Esta paradoja aparente podría tener su origen en el mayor requerimiento de una mayor concentración de neurotrofinas o de una mayor sensibilidad de las neuronas a las neurotrofinas, tras los procesos desencadenantes de la excitotoxicidad, para contrarrestar la presencia de radicales libres y otros efectos favorecedores de la apoptosis.

Se ha comprobado, a este respecto, que la adición exógena del factor de crecimiento nervioso o del factor básico de crecimiento fibroblástico (bFGF) atenua el daño neuronal producido tras un estímulo excitotóxico. Sigue, sin embargo, sin estar claro el papel de las neurotrofinas; por un lado, parecen atenuar la apoptosis celular y, por otro, provocar un aumento de la necrosis excitotóxica.

Conviene tener en cuenta también que el estrés oxidativo puede desencadenar fenómenos apoptóticos; la exposición de las neuronas a radicales libres y la depleción de las defensas antioxidantes celulares (piénsese en el glutatión o la enzima supe-

SILVIA ORTEGA GUTIERREZ



4. EFECTOS DE LA ACTIVACION DE CB1 en los fenómenos de excitotoxicidad.

róxido dismutasa) favorecen la apoptosis. Otros factores desencadenantes son las alteraciones del metabolismo neuronal y la presencia de citoquinas proinflamatorias.

Mecanismos de neuroprotección

Ante el elevado daño neuronal, irreversible y subsecuente a un episodio excitotóxico, se impone con especial premura el desarrollo de terapias neuroprotectoras. Para reducir el daño neuronal se emplean remedios farmacológicos (corticosteroides, manitol o barbitúricos) y procedimientos mecánicos (hiperventilación, drenaje del fluido cerebroespinal e hipotermia). Pero no han cosechado un éxito reseñable.

Los tratamientos farmacológicos han venido insistiendo en la administración exógena de antagonistas de los receptores de glutamato, debido a su implicación en todos los fenómenos de excitotoxicidad. Sin embargo se ha ahondado menos en el refuerzo de los propios mecanismos fisiológicos que se ponen en marcha cuando aparece un acontecimiento de este tipo. Desatención que cabe atribuir al desconocimiento de la naturaleza y funcionamiento de los mecanismos fisiológicos de defensa del organismo ante la agresión excitotóxica.

Antagonistas de los receptores de glutamato

Sabemos ya que los antagonistas de los receptores ionotrópicos de glutamato presentan propiedades neuroprotectoras. Por lo que se refiere a los antagonistas NMDA, se han desarrollado antagonistas competitivos y no competitivos. Los competitivos son compuestos que se unen al mismo sitio que el glutamato, sin activar el receptor. Los antagonistas no competitivos se unen a un sitio distinto del glutamato, aunque su efecto final consiste también en impedir la activación del receptor.

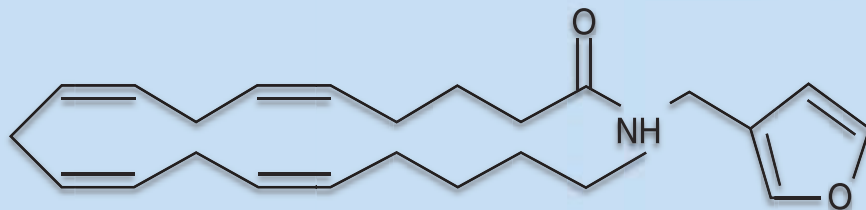
Para obtener antagonistas NMDA se parte de estructuras similares al glutama-

to, que luego se van modificando químicamente y así lograr las propiedades de interés. Las principales modificaciones realizadas incluyen el alargamiento de la cadena hidrocarbonada, la introducción de un anillo en su estructura y el reemplazamiento del grupo ω -carboxílico con un grupo de ácido fosfónico.

Hay varios antagonistas competitivos comerciales: el ácido *D*-(-)-2-amino-5-fosfonopentanoico (*D*-AP5) y el derivado ácido $(\pm)$ -3-(2-carboxipiperazin-4-il) propil-1-fosfónico $((\pm)$ -CPP). De los antagonistas no competitivos del receptor NMDA, citaremos los derivados tartrato de ifenprodilo (tartrato de $[\alpha$ -(4-hidroxifenil)- β -metil- β -(4-bencilpiperidino)]etanol), que se liga al sitio de unión de poliaminas existente en el receptor NMDA, y la 7-cloro-4-hidroxi-3-[(3-fenoxi)fenil]quinolin-2[1*H*]-ona, que reconoce el sitio de unión de la glicina.

De los antagonistas de los receptores AMPA con propiedades neuroprotectoras cabe indicar el ATPO o ácido (*R,S*)-2-amino-3-[(5-*tert*-butil-3-(fosfonometiloxi))-4-isoxazolil]propiónico y el GYKI-52466 (1-(4-aminofenil)-4-metil-7,8-metilen-dioxi-5*H*-2,3-benzodiazepina). Entre los antagonistas de los receptores de kainato, señalemos el DNQX (6,7-dinitroquinoxalin-2,3-(1*H*,4*H*)-diona).

Estos antagonistas presentan elevados grados de selectividad hacia los subtipos de glutamato. Pero se han desarrollado también compuestos dotados de afinidad hacia más de un subtipo de receptor, que muestran una notable eficacia neuroprotectora. Nos referimos a los antagonistas AMPA/KA como el CNQX o FG-9065 (6-ciano-7-nitroquinoxalin-2,3-(1*H*,4*H*)-diona) y el NBQX o FG-9202 (sal disódica de la 1,2,3,4-tetrahidro-6-nitro-2,3-dioxo-benzo[*f*]quinoxalina-7-sulfonamida). Por último, como agente antagonista de los tres subtipos de receptores, NMDA, AMPA y KA, destaca el ácido kinurénico (ácido 4-hidroxiquinolina-2-carboxílico).



SILVIA ORTEGA GUTIERREZ

5. ESTRUCTURA DEL INHIBIDOR de la recaptación de anandamida UCM707.

Sistemas endógenos de neuroprotección

Hemos reiterado que, ante un fenómeno de excitotoxicidad, entran en funcionamiento los mecanismos de neuroprotección fisiológicos de la célula, para amortiguar la intensidad de la agresión y evitar así la muerte de la neurona. A raíz del descubrimiento de propiedades neuroprotectoras en algunos ligandos de los receptores de cannabinoides, la investigación se ha volcado sobre la potencial capacidad neuroprotectora del sistema cannabinoide endógeno (SCE). En su comprensión se cifra ahora la esperanza de una terapia eficaz.

Igual que otros sistemas cerebrales endógenos, el SCE consta de tres elementos fundamentales: ligandos endógenos, receptores específicos para estos ligandos endocannabinoides y un sistema de terminación de la respuesta biológica inducida por la activación que los ligandos endógenos producen sobre sus receptores.

En su expresión bioquímica, eso significa que, entre los constituyentes fundamentales del SCE, se encuentran los receptores para cannabinoides CB1 y CB2, los ligandos endógenos anandamida (AEA), 2-araquidionilglicerol (2-AG), araquidil 2-gliceril éter (o noladín éter) y la virodamina, además del sistema de terminación, compuesto a su vez por dos elementos cuyo funcionamiento coordinado es el responsable de la inactivación fisiológica de los endocannabinoides. Este sistema consta de un mecanismo de recaptación, que se encarga de capturar los endocannabinoides liberados al medio extracelular y transportarlos al citoplasma, seguido de un proceso de hidrólisis enzimática intracelular, catalizado por la enzima amidohidrolasa de ácidos grasos.

La primera prueba que revelaba la función neuroprotectora de las *N*-aciletanolaminas fue obtenida por Schmid y colaboradores a comienzos del decenio de los noventa. Pero pasaron algunos años hasta que se identificó y caracterizó la anandamida como el ligando endógeno de los receptores de cannabinoides. Es decir, hasta que se relacionó estas propiedades neuroprotectoras con el funcionamiento del SCE.

Más tarde, se confirmó la función neuroprotectora de los agonistas de los receptores de cannabinoides que defendían a las neuronas ante estímulos excitotóxicos e inhibían la transmisión glutamatérgica. Se atribuyó esa capacidad neuroprotectora al bloqueo de los canales de calcio. En el marco de esa explicación, la anandamida frenaba la entrada de calcio asociada a una activación de los receptores NMDA, efecto que se revierte en presencia de antagonistas de los receptores de cannabinoides. Se descubrió también que, en condiciones de excitotoxicidad, aumentaban los niveles de endocannabinoides, lo que refrendaba el papel neuroprotector de estos compuestos.

Pero las pruebas recogidas no procedían sólo de los ensayos *in vitro*. De los estudios *in vivo* se desprendía que la administración de cannabinoides aportaba un nivel notable de neuroprotección, aunque variable de acuerdo con la naturaleza del propio endocannabinoide implicado, el modelo experimental, la especie y edad de los animales y la gravedad de la lesión neuronal. Otros trabajos han señalado, sin embargo, una vinculación del aumento en la concentración de anandamida con un mayor daño excitotóxico.

Esta aparente contradicción se justifica por la acción reguladora del SCE, que difiere en los sistemas neurotransmisores (glutamatérgico y gabaérgico) según se trate de una activación local o generalizada y según el grado de la misma.

Se ha sugerido el mecanismo siguiente: en un primer paso, la anandamida activaría los receptores CB1 implicados en la transmisión glutamatérgica, que quedaría bloqueada y explicaría los efectos neuroprotectores observados. Pero si la activación continúa de una forma global, más allá de las neuronas glutamatérgicas, se inhibirá la transmisión gabaérgica; ésta, inhibidora por naturaleza, aumentará la excitación neuronal, con la intensificación consiguiente de los fenómenos de excitotoxicidad.

Tal hipótesis pone de manifiesto la importancia de elevar el tono endocannabinoide mediante agonistas indirectos, que promuevan la activación fisiológica

y local, que es la que parece responsable de los efectos neuroprotectores beneficiosos. Apoyándose en esa idea se han obtenido unos resultados iniciales prometedores, con modelos *in vivo* de excitotoxicidad inducida por kainato, del compuesto UCM707 (*N*-(Fur-3-ilmetil)-(5*Z*,8*Z*,11*Z*,14*Z*)-icosa-5,8,11,14-tetraenamida). Esa molécula se considera el inhibidor de la recaptación de anandamida más potente y selectivo desarrollado hasta la fecha.

Se admite, sin apenas objeciones, que los efectos neuroprotectores están mediados por el receptor CB1; por una razón sólida: revierten en presencia de SR141716A, un antagonista selectivo de CB1. Su aplicación ofrece, sin embargo, un grave inconveniente: la activación de los receptores puede producir efectos psicotrópicos indeseados. Para obviarlos, hay que activar los receptores CB1 de una forma local y selectiva. ¿Cómo? Mediante el empleo de agonistas indirectos.

Parece claro que los endocannabinoides AEA y 2-AG se sintetizan en el cerebro como mecanismo de defensa y protección; menos claros están los mecanismos moleculares implicados en esta neuroprotección. Y no podemos descartar la existencia de otros mecanismos independientes de los receptores de cannabinoides, ya que hay casos en que los efectos neuroprotectores no revierten en presencia de los antagonistas de cannabinoides.

SILVIA ORTEGA, bioquímica de formación, trabaja en el laboratorio de química médica de la Universidad Complutense de Madrid, dirigido por M^a Luz López Rodríguez. Su investigación se centra en el diseño y síntesis de compuestos capaces de interferir con el sistema cannabinoide endógeno.

Bibliografía complementaria

PRINCIPIOS DE NEUROCIENCIA. E. R. Kandel, J. H. Schwartz y T. M. Jessell. McGraw Hill-Interamericana de España; Madrid, 2001.

CANNABINOIDS AND BRAIN INJURY: THERAPEUTIC IMPLICATIONS. R. Mechoulam, D. Panikashvili y E. Shohami en *Trends in Molecular Medicine*, vol. 8, págs. 58-61; 2002.

CB1 CANNABINOID RECEPTORS AND ON-DEMAND DEFENSE AGAINST EXCITOTOXICITY. G. Marsicano, S. Goodenough, K. Monory, H. Hermann, M. Eder, A. Cannich, S. C. Azad, M. G. Cascio, S. Ortega Gutiérrez, M. Van der Stelt, M. L. López Rodríguez, E. Casanova, G. Schütz, W. Zieglgänsberger, V. Di Marzo, C. Behl y B. Lutz, en *Science*, vol. 302, págs. 84-88; 2003.

Libre albedrío y libre censura

En el cerebro, la actividad motora precede a nuestra conciencia de la intención de efectuar el movimiento en cuestión. ¿Cómo es posible que nos parezca tener el control?

Sukhvinder S. Obhi y Patrick Haggard

Es sábado por la tarde, mediado el invierno. Nuestro personaje acaba de terminar las tareas de fin de semana y se acomoda en la butaca, junto a la chimenea, dispuesto a leer su novela favorita mientras paladea una taza de café caliente. La luz tardía que ilumina el apartamento va palideciendo; alarga la mano para pulsar el interruptor de una lámpara. Con luz suficiente e instalado a su gusto, empieza a leer.

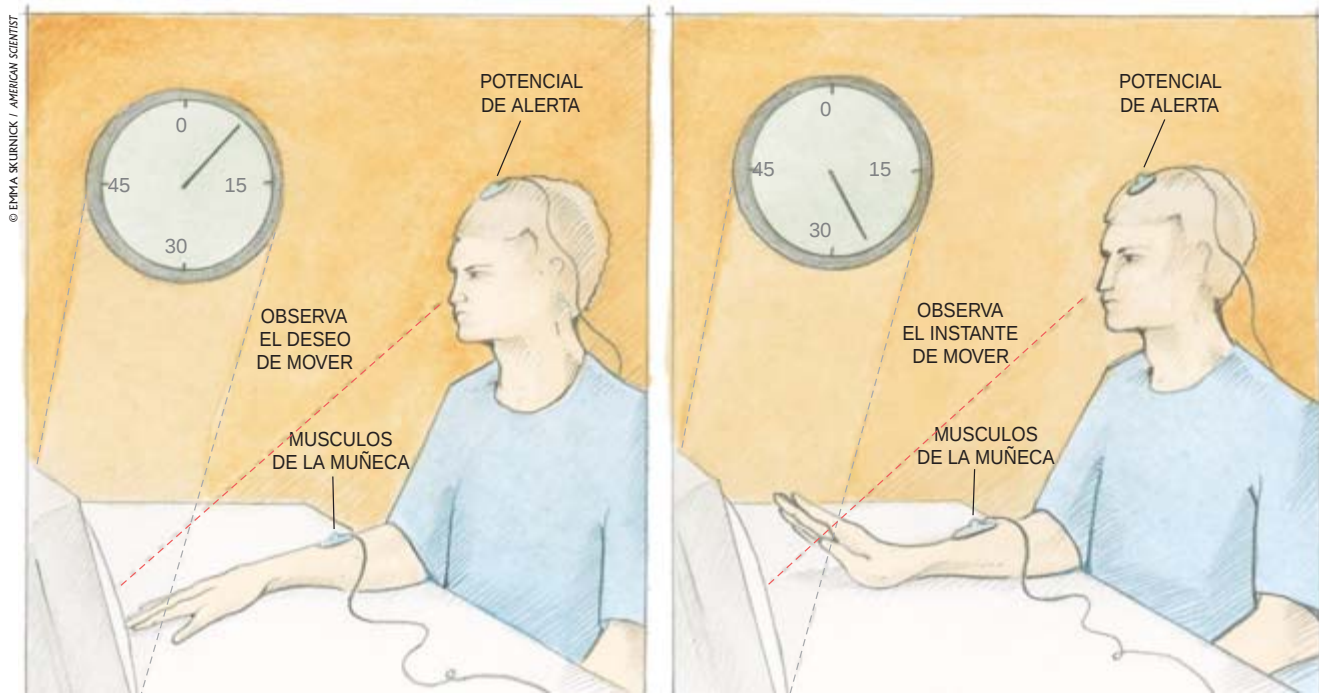
Todos reconocemos esta situación u otra muy semejante. Realizamos a diario acciones que crean un cierto estado de cosas en nuestro entorno, como puede ser aumentar la iluminación de una habitación. Aunque no concedemos a tales acciones demasiada atención, estamos convencidos de que nosotros, por medio de intenciones y decisiones, controlamos los movimientos de nuestros brazos y piernas. Pero ello, por plausible que parezca, resulta harto difícil de demostrar.

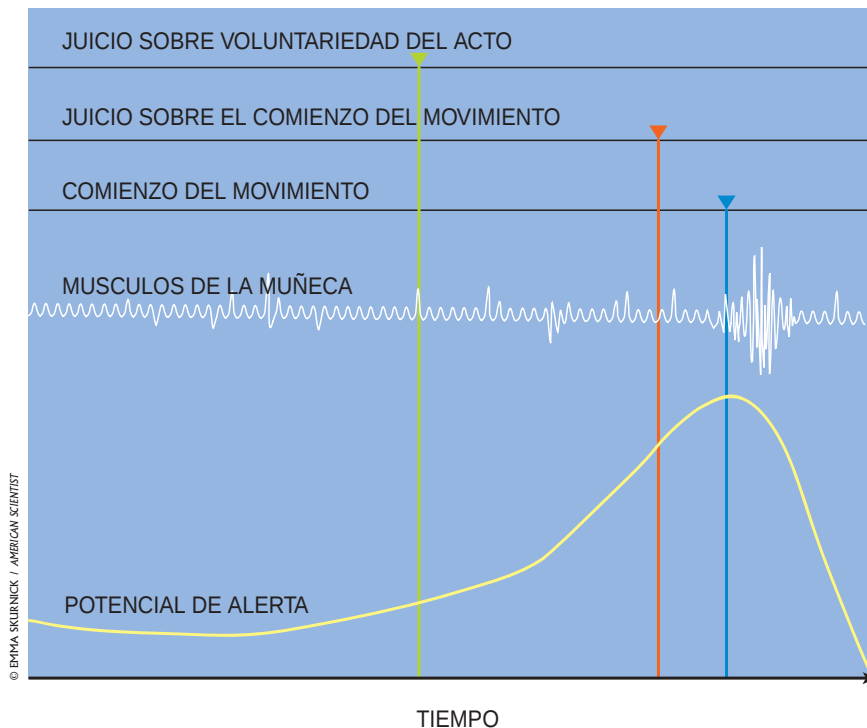
Cualquier acción —aunque sea tan sencilla como encender la luz— consta de una multitud de partes. En este ejemplo del interruptor, el personaje se da cuenta de que la sala está oscura y se propone (fija una meta) que tenga más luz. Para lograr tal objetivo, decide encender una lámpara. En concreto, se forma la intención de extender el brazo hacia un interruptor y seguidamente ejecuta los movimientos que le permiten lograr ese objetivo. Así pues, la acción comprende, en su conjunto, cierto número de sucesos: fijación de una meta, formulación de una intención, iniciación del movimiento y pulsación efectiva del

interruptor. ¿Podría ser que el orden en que se experimentan tales sucesos crease nuestra experiencia subjetiva de control?

Podemos tener conciencia de una cierta ordenación temporal de acontecimientos que contribuye a nuestra percepción de la dirección de causación que fluye desde el interior de nuestras mentes (como la formulación de una intención) hacia el espacio externo (como la pulsación de un interruptor para iluminar una habitación). A pesar de todo, nuestra sensación de control podría provenir de algo más que de la ordenación de acontecimientos. Para comprender las bases neuronales de

1. EL SUJETO OBSERVA UN RELOJ VIRTUAL en una pantalla de ordenador, cuya manecilla da una revolución en 2,56 segundos y mueve la muñeca a voluntad. En algunos experimentos (*izquierda*) se fija en la posición de la manecilla cuando decide mover la muñeca. Realizada la acción, informa de ese tiempo, que se llama juicio V, de voluntad de mover. En otros experimentos (*a la derecha*), el sujeto se fija en el momento en que piensa que realmente empieza el movimiento, o juicio M. En ambos casos, los investigadores miden el potencial de alerta en la corteza motora del cerebro y en los músculos que realizan el movimiento de la muñeca.





2. DE LOS EXPERIMENTOS DESCRITOS en la figura 1 se deducen resultados inesperados. En primer lugar, el potencial de alerta empieza a incrementarse antes del movimiento. Aproximadamente por entonces, el sujeto piensa que decide mover (*V; verde*). Unos 100 milisegundos antes de mover, el sujeto piensa que él ha iniciado el movimiento (*M; rojo*). Finalmente, la muñeca del sujeto empieza a moverse (*azul*), como revela la excitación de los músculos de la muñeca. Aunque la intención consciente de mover (*V*) tuvo lugar antes que la experiencia consciente de movimiento real (*M*), la preparación nerviosa real para efectuar el movimiento —el potencial de alerta— precede a una y otra. Análogamente, el sentimiento subjetivo de inicio del movimiento (*M*) aconteció antes de que los músculos de la muñeca empezasen a moverse. Estos experimentos revelan que la cadena causal que va desde nuestras intenciones hasta nuestras acciones no va en la dirección que intuitivamente sería de esperar.

la percepción humana del control, se ha de estudiar la secuencia de experiencias subjetivas con el fin de ver si obedecen a un patrón de acontecimientos neuronales que posean el mismo orden característico.

Más que una cuestión de simple pulsación de un interruptor, este sentimiento de control sobre las acciones podría incluso contribuir a un sentimiento de conciencia del yo. Dicho de otro modo, *yo soy* porque yo controlo mis actos. Ahora bien: ¿cómo se pasa de las acciones cotidianas y banales, así la pulsación de un interruptor, al desarrollo de un sentimiento del propio yo en tanto que agente causal? Se puede tratar de responder a esta cuestión examinando las sensaciones subjetivas que experimentan los humanos durante las acciones, las correspondientes actividades en el sistema nervioso y las experiencias subjetivas de control de individuos que no tengan un sentimiento ordinario de control. Según demostraremos, las pruebas procedentes del campo de la neurociencia cognitiva arrojan luz sobre los procesos cerebrales subyacentes a nues-

tro sentimiento de voluntad consciente. Dichas pruebas indican, además, que no podemos controlar nuestras acciones con voluntad plenamente libre.

¿Quién está al mando?

Benjamin Libet y sus colegas, de la Universidad de California en San Francisco, publicaron en 1983 un artículo concerniente a la fuente del control que ha ejercido un influjo determinante. Los voluntarios en el ensayo allí descrito habían de observar una manecilla de reloj que daba una revolución completa en 2,56 segundos. El participante, siempre atento al reloj, había de flexionar la muñeca en el momento que quisiera. Tras la flexión, la manecilla seguía girando durante un tiempo aleatorio y se detenía. El sujeto declaraba entonces en qué posición estaba la manecilla en cuanto tuvo conciencia de que deseaba mover la mano. Libet y su grupo llamaron *V* (de “voluntad”) a este juicio subjetivo. En otras secciones del experimento los participantes habían de juzgar en qué momento habían realmen-

te efectuado el movimiento; Libet llamó *M* (de “movimiento”) a este juicio. Los tiempos de *V* y *M* le dijeron a Libet en qué momento —en términos subjetivos— formulaba el participante el deseo de efectuar el movimiento y en qué momento lo había realizado.

El equipo de Libet midió, además, dos parámetros objetivos: la actividad eléctrica en las áreas motoras del cerebro y la actividad eléctrica en los músculos implicados en el movimiento de la muñeca. En las áreas motoras, Libet registró el *potencial de alerta*, o PA, un correlato psicofisiológico de preparación al movimiento. Llamado “readiness potential” en inglés, había sido descrito en 1965 por Hans H. Kornhuber y Lüder Deecke. El PA se midió a través de electrodos de registro electroencefalográfico implantados en el cuero cabelludo que recubre las áreas motoras del lóbulo frontal; el potencial se manifiesta en forma de un incremento rampante de la actividad eléctrica, que precede a la acción voluntaria en aproximadamente 1 segundo. Registrando también la actividad eléctrica de los músculos que participan en el movimiento de la muñeca, Libet determinó con precisión el inicio de la actividad muscular asociada al potencial de alerta.

Libet y sus colegas examinaron el orden temporal de la experiencia consciente y de la actividad nerviosa. Para ello compararon las estimaciones subjetivas *V* y *M* con los datos objetivos de PA y de actividad muscular. Descubrieron, en primer lugar, que, como era de esperar, *V* tenía lugar antes que *M*. Con otras palabras, los sujetos percibían conscientemente que la intención de realizar el movimiento acontecía antes de la experiencia consciente de estar efectuándolo realmente. Tal hecho sugiere una adecuada correspondencia entre la secuencia de experiencias subjetivas y la secuencia de acontecimientos subyacentes en el cerebro.

Pero Libet halló también una sorprendente relación cronológica entre la experiencia subjetiva y los acontecimientos nerviosos individuales. La preparación nerviosa real para el movimiento (PA) se anticipaba entre 300 y 500 milisegundos a la percepción consciente de la intención de moverse (*V*). Enunciado con sencillez: el cerebro preparaba los movimientos antes de que el sujeto decidiera conscientemente efectuarlos. Este resultado induce a pensar que, en las personas, el sentimiento de intención puede ser efecto de la actividad de preparación motora del cerebro, no una de sus causas. Como indicaba el propio Libet, este descubrimiento se dirigía frontalmente contra la noción clásica de libre albedrío.

Nuevos datos parecen indicar que la conciencia de intención guarda un parentesco

más cercano con el comienzo de un componente más tardío del PA: el *potencial de alerta lateralizado* (PAL). Aunque el PA de una actividad motora cualquiera se desarrolla en ambos hemisferios cerebrales, el PAL lo hace sólo en uno, concretamente, en el opuesto al lado en el que se desarrollará la acción: el hemisferio izquierdo del cerebro controla la actividad motora del lado derecho del cuerpo, y viceversa. La naturaleza unilateral del PAL hace que constituya un correlato más específico de preparación al movimiento que el propio PA. Asimismo, el PAL se instaura unos 500 milisegundos antes del movimiento, con posterioridad al PA general.

En 1999, uno de los autores (Haggard) y Martin Eimer, del Instituto Max Planck de Investigación Psicológica de Múnich, midieron los PA y los PAL en experimentos similares al de Libet. Los resultados evidenciaron que la experiencia consciente de intención de iniciar un movimiento en los sujetos covariaba con el PAL, no con el PA; ello sugiere que la conciencia de la intención está en correlación con la elección de *cuál* será el movimiento que se realice, y no con el simple hecho de que se vaya a realizar un movimiento de algún tipo. Ello, a su vez, permite pensar en la posibilidad de que la experiencia consciente de control se halle vinculada al proceso cerebral que selecciona de qué forma vamos a utilizar un movimiento concreto para conseguir un objetivo general. Por ceñirnos a nuestro ejemplo de partida: la experiencia que precede al encendido de la luz podría estar vinculada a la decisión de *cuál* va a ser la mano que habrá de llegar hasta el interruptor.

Cualquiera que sea la forma en que se examinen todos estos datos, el cerebro va por delante de que la persona experimente la intención consciente de realizar un movimiento. No parece, pues, haber margen para procesos conscientes en el control de la acción. Aunque los resultados de Libet y de uno de los autores (Haggard) suscitan dudas sobre si los procesos conscientes causan acciones, dichos datos siguen siendo consistentes con la idea de que los procesos conscientes podrían ejercer algún efecto sobre las acciones: modificando las acciones cerebrales que ya están en marcha. Dado que la idea consciente de intención precede en un par de centenares de milisegundos a la acción, la persona podría inhibir la realización de ciertas acciones. Al parecer, Libet reemplazó el *libre albedrío* por la *libre censura*.

En cierto modo, los hallazgos de Libet sugieren que el cerebro humano realiza una salida en falso o sale con ventaja, dado que la actividad nerviosa asociada al movimiento tiene lugar antes de que la

persona sienta la intención de hacer el movimiento. A mayor abundamiento, Libet observó lo que, al parecer, constituía otro paso en falso: el juicio subjetivo sobre el momento en que empezaba el movimiento se emitía, por término medio, 86 milisegundos antes de iniciarse la actividad eléctrica en los músculos específicos de ese movimiento. Ello entraña que la experiencia subjetiva de comienzo del movimiento ha de proceder también de algún proceso premotor, de algo que acontece antes incluso de que los propios músculos se contraigan.

Aunque hubo investigadores que pusieron en entredicho la validez de los tiempos obtenidos en el experimento de Libet, por subjetivos, sus resultados han tenido un impacto considerable. Se le reconoce que aportan motivos de peso para dudar de la existencia de una cadena de causación entre mente y cuerpo. Además, contamos ya con numerosos estudios que confirman el fenómeno de conciencia anticipativa de acción.

Estos experimentos revelan que la cadena causal que va desde nuestras intenciones hasta nuestros actos no sigue la dirección intuitiva. Si no estamos al tanto de nuestras acciones cuando creemos estarlo, ¿qué es lo que estamos percibiendo? Tal pregunta nos lleva directamente al campo minado que rodea al debate sobre el libre albedrío. Obviemos las cuestiones filosóficas para ceñirnos a aspectos abordables de forma científica, verbigracia, ¿de qué modo surge nuestro sentir consciente de libre albedrío a partir de la actividad nerviosa del cerebro?

Percepción de una predicción

Nuestros juicios, deficientes e imprecisos, sobre la cronología de nuestros movimientos parecen ser de naturaleza anticipativa. A la experiencia interna de que está comenzando una acción podría contribuir cierto número de procesos premotores; entre ellos, la volición, la preparación y la intención.

En nuestra vida diaria, cuando efectuamos un movimiento, nuestro cerebro realiza tareas de procesado con la finalidad de que tenga éxito. En cuanto queda especificada una meta, nuestro sistema nervioso selecciona un plan motor destinado a lograrla. Esta tarea —la creación de las señales de control que han de orquestar un movimiento— exige una computación de gran intensidad, según queda reflejado en el repertorio limitado de movimientos de los robots, aun de los más perfectos.

Dado que nuestra intención consciente de efectuar un movimiento se halla en correlación con el inicio del PAL, nuestra conciencia de movimiento parece vincu-

lada a la planificación de un movimiento específico. Una vez que el sistema nervioso selecciona un plan motor, éste es ejecutado por la *corteza motora primaria*, o MI. Durante la planificación del movimiento, las sedes de actividad son las *áreas premotoras*, que envían señales a MI. Acto seguido, MI activa las neuronas motoras de la médula espinal que inervan los músculos específicos que han de materializar el movimiento.

En un intento de hallar los sustratos neuronales de nuestra conciencia de acción, uno de los autores (Haggard) y Elena Magno, hoy en el Trinity College de Dublín, se valieron de un dispositivo experimental del tipo de Libet. En estos experimentos, los sujetos habían de pulsar una tecla en cuanto oyesen un sonido; el equipo medía el tiempo de reacción. Los sujetos, además, evaluaban su tiempo de reacción informando de la posición en que se encontraba la manecilla giratoria de un reloj en el instante en que pensaron que pulsaban la tecla. En estos experimentos, se introdujo una ingeniosa variante: la *estimulación magnética transcraneana* (EMT). En la EMT, se aplica al cuero cabelludo un campo magnético intenso y rápidamente cambiante, que provoca la estimulación eléctrica de un área específica de la corteza cerebral, donde perturba el procesamiento neuronal normal.

Haggard y Magno aplicaron EMT a la MI y a una región denominada *área motora suplementaria* (AMS), ubicada justo enfrente de MI, responsable de la planificación de los movimientos. Las perturbaciones eléctricas mediante EMT se aplicaron unos 75 milisegundos antes de lo que se esperaba que el sujeto tardase en reaccionar. Si la EMT modificase los tiempos de movimiento, reales o subjetivos, los experimentos en cuestión podrían revelar cuál de las dos áreas —la MI o la AMS— era la más implicada en suscitar la conciencia de movimiento o el movimiento propiamente dicho.

El experimento funcionó. La aplicación de EMT sobre la región MI retrasó el movimiento real en un promedio de 201 milisegundos y en 74 milisegundos el juicio subjetivo de movimiento, mientras que la EMT sobre la AMS retrasó el movimiento en 113 milisegundos (en promedio), y la conciencia del movimiento, en 54 milisegundos. En este último caso, los sujetos tenían conciencia del *cambio* en el tiempo de reacción; entre la AMS y MI había de darse al menos una cierta impresión consciente de movimiento.

Itzhak Fried y colaboradores llegaron a una conclusión parecida, tras un estudio realizado en 1991 con enfermos de epilepsia incurable. En un experimento integra-

do en un procedimiento clínico destinado a identificar qué áreas del cerebro participan de modo especial en la actividad epiléptica, Fried y su equipo estimularon directamente, mediante electrodos, una serie de regiones cerebrales; solicitaron a los pacientes que informasen de lo que sentían. Cuando estimularon la AMS, algunos sintieron deseos de efectuar un movimiento o pronosticaron que un movimiento estaba a punto de empezar. Al aumentar gradualmente la corriente de estimulación, los pacientes efectuaron movimientos con la misma parte del cuerpo que anteriormente deseaban mover.

En conjunto, los hallazgos aquí descritos encajan muy bien con las teorías de la neurociencia sensomotora propuestas. Las teorías contemporáneas sobre el control motor sugieren que, en el cerebro, existen modelos internos que representan los estados reales, deseados y previstos de nuestras extremidades y del mundo exterior.

La información sobre el mundo exterior y el sistema motor se integra en un *modelo predictivo* (bastante parecido a un plan de pensamiento proyectado hacia el futuro), que simula el movimiento y la retroalimentación sensorial que será generada durante el movimiento. Esta realimentación sen-

sorial prevista se compara con una representación almacenada de la realimentación sensorial deseada, que es, en esencia, un modelo de cómo debería ser percibido un movimiento, modelo basado en ejemplos pasados de esa misma acción. Las posibles discrepancias serían así corregidas antes del comienzo del movimiento real.

Estos modelos predictivos internos explican con precisión el tipo de rápidas correcciones que se observan en la ejecución experta de movimientos, y también, las no muy impresionantes actuaciones de los individuos menos ejercitados, quienes, presumiblemente, no poseen modelos internos optimizados. Se ha de tener presente que este tipo de procesamiento predictivo acontece antes de que se realice el movimiento. En breve, cuando nos movemos, tal vez tengamos conciencia del movimiento previsto y no del verdadero movimiento.

Tiempo vinculante

Aun cuando tratemos de no pisar el campo minado del libre albedrío, no faltarán lectores que sigan reflexionando sobre él. Ciertas teorías afirman que, para alcanzar el sentimiento de libre albedrío, ha de existir cierta ordenación temporal en

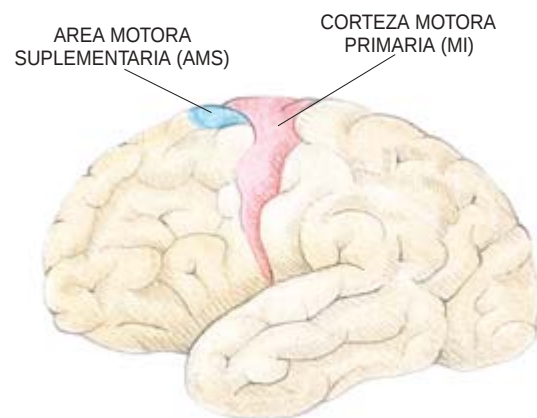
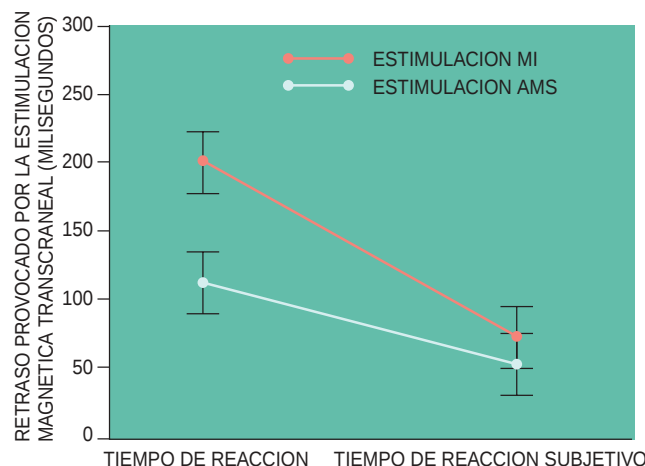
la percepción de acontecimientos. David Wegner, de la Universidad de Harvard, sugirió en 2003 que el sentimiento de libre albedrío requería tres principios: se ha de percibir que las intenciones preceden a las acciones, las intenciones han de ser consistentes con las acciones y no ha de haber otra causa perceptible de acción.

Uno de los autores (Haggard) y sus colaboradores se centraron en el modo en que podrían las relaciones entre acontecimientos clave en la producción y supervisión del movimiento afectar al sentimiento de tener el control. Para averiguarlo, midieron los tiempos subjetivos y objetivos de movimientos voluntarios o involuntarios, más sus consecuencias sensoriales. (Como se describe en los modelos anteriores, la realimentación sensorial desempeña un rol crucial en la planificación y ejecución de los movimientos.)

Para acometer la investigación, Haggard y su grupo se valieron de una metodología similar a la utilizada por Libet; se trataba de recopilar medidas basales de los tiempos percibidos correspondientes a la pulsación voluntaria o involuntaria de una tecla con el dedo índice de la mano izquierda. El movimiento involuntario se lograba mediante un motor, que forzaba al sujeto a pulsar la tecla. Se recopilaron también datos basales sobre el tiempo de percepción de una consecuencia motora, que consistía en un tic del dedo índice de la mano derecha, inducido mediante EMT. En los ensayos experimentales había siempre dos sucesos, consistentes en una acción y un efecto: el primero, concerniente al índice izquierdo, y el segundo, al tic del índice de la mano derecha, que era provocado por la pulsación de la tecla.

Cuando los sujetos realizaban una acción voluntaria juzgaban que, en comparación con los valores basales, ésta se producía más tarde y, en cambio, que la acción somática llegaba antes. En el caso de los movimientos involuntarios, los su-

3. LAS AREAS MOTORAS DEL CEREBRO (a la derecha) se encargan de la planificación y ejecución de los movimientos. El área motora suplementaria (AMS; azul) planifica los movimientos: la corteza motora primaria (MI; rojo) los desencadena. Haggard y Elena Magno hicieron que los voluntarios del ensayo pulsaran una tecla en respuesta a una señal sonora; debían, además, fijarse en el momento en que pensaron que empezaban el movimiento. Los experimentadores midieron también el tiempo de reacción verdadero, a la vez que interrumpían, ora la AMS, ora la MI, mediante estimulación magnética transcraneana (EMT). La EMT aplicada sobre el área MI provocó un retraso del movimiento en un promedio de 201 milisegundos, pero el movimiento subjetivamente juzgado, en sólo 74 milisegundos. La EMT aplicada sobre la AMS retrasó el movimiento en un promedio de 113 milisegundos; la conciencia del mismo, en 54 milisegundos (*izquierda*). En este último caso, los sujetos tenían mayor conciencia del cambio en el tiempo de reacción. Haggard y Magno extrajeron la conclusión de que parte de la conciencia de movimiento acontecía entre AMS y el área MI.



4. NUESTRA SENSACION DE

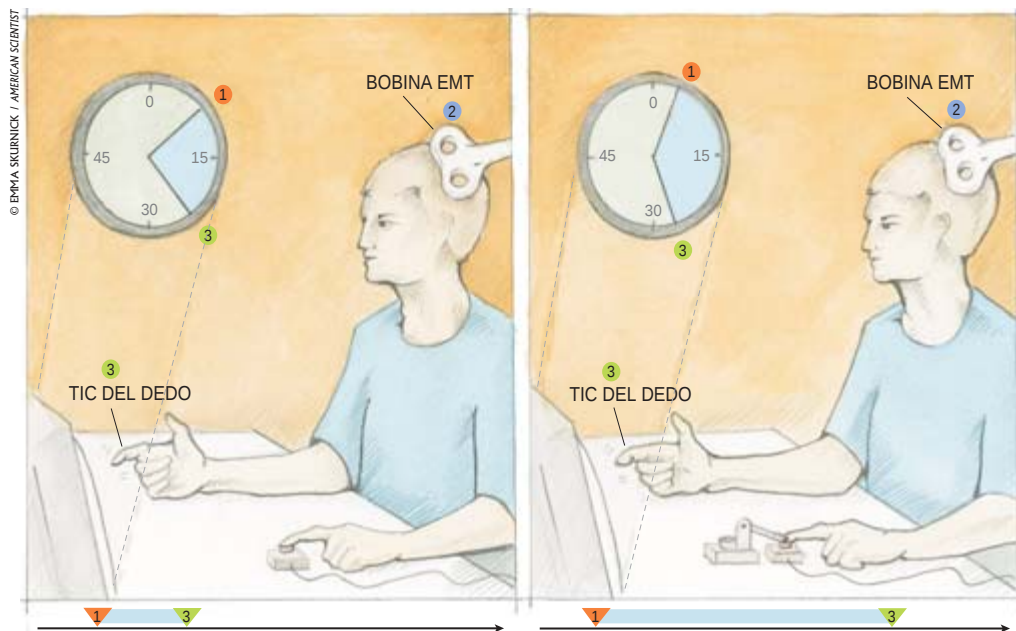
MOVIMIENTO VOLUNTARIO parece vinculada con resultados. Haggard planteó a los voluntarios de un ensayo que observaran en un reloj en qué momento pulsaban una tecla con el índice de la mano izquierda (1, izquierda). Esa tecla disparaba una EMT (2) que provocaba un tic del índice de la mano derecha. El sujeto había de fijarse también en ese tiempo (3). En otros experimentos (derecha), un motor obligaba al índice de la mano izquierda a pulsar la tecla —causando un movimiento involuntario— y el sujeto volvía a observar los tiempos en que a su juicio fue pulsada la tecla y se produjo el tic del otro dedo. En el caso de la acción voluntaria, los sujetos estimaron que la pulsación de la tecla y el correspondiente tic estaban más cercanos que cuando la pulsación fue obligada e involuntaria. Estos resultados sugieren que existe algún tipo de mecanismo de vinculación responsable de que las acciones intencionales parezcan ser atraídas en el tiempo a sus efectos percibidos.

jetos juzgaron que la acción surgía más pronto y que el efecto tenía lugar más tarde. Dicho de otro modo, los dos sucesos percibidos —acción y consecuencia sensorial— parecían hallarse más próximos en el tiempo durante los movimientos voluntarios y, más separados, en los involuntarios.

De tales resultados se desprende la existencia de algún tipo de mecanismo vinculante, responsable de que los actos intencionales sean atraídos en el tiempo hacia sus efectos percibidos. Es posible que la mente humana cree nuestro sentimiento de autonomía construyendo una vigorosa asociación temporal entre intenciones, acciones y consecuencias. Estos hallazgos sugieren que tal vez no sea la mera ordenación temporal de acontecimientos percibida lo que importe para que surjan sentimientos de autonomía: el tiempo percibido entre acontecimientos podría revestir también interés.

Tal vez, para que se los considere vinculados, dos acontecimientos hayan de producirse dentro de un cierto intervalo de tiempo percibido. De ser así, el experimento correcto podría inducir al cerebro a percibir engañosamente una causalidad, cuando no hay tal, o para no percibirla cuando realmente sí se dé.

En uno de tales experimentos, realizado por Wegner y Thalia Wheatley, dos participantes colaboraban para desplazar un cursor sobre objetos representados en



la pantalla de un ordenador. Uno de los participantes se había puesto de acuerdo con el experimentador, sin que el otro lo sospechara. El probando genuino oía, a través de unos auriculares, palabras relativas a determinados objetos de la pantalla. Por ejemplo, la palabra “cisne” mientras el cursor pasaba sobre la imagen de un cisne. Lo que este voluntario ignoraba era que todos los movimientos del cursor eran debidos al compinche. Los resultados hicieron ver que, cuando la palabra relevante era presentada entre 1 y 5 segundos antes de la acción, los sujetos informaban haber sentido que habían actuado intencionadamente para realizar el movimiento. Con otras palabras, habían sentido que tenían albedrío. Mas cuando la palabra era presentada 30 segundos antes de la acción, o bien 1 segundo después, no existía la falsa sensación de haber querido la acción. Los autores adujeron que este experimento proporcionaba pruebas claras de que el cerebro humano construye el sentir de haber sido agente causal después de acontecida una acción. Podría suceder que una adecuada ordenación temporal entre intenciones, acciones y consecuencias desencadene en el cerebro —ya ocurrido el hecho— la percepción de una sensación de control.

Por otra parte, pudiera ser que el cerebro generase una sensación de control como resultado directo de los acontecimientos nerviosos que preceden a los movimientos. Ciertas investigaciones sugieren, sin embargo, que un enfoque reconstruccionista podría ser erróneo, porque puede existir una vigorosa sensación de intención y de autoría *antes* del movimiento.

El estudio de Fried de 1991 aportaba datos que obligan a la reflexión. Según se ha mencionado, cuando Fried y su grupo estimularon el área motora suplementaria mediante corrientes eléctricas de baja intensidad, algunos pacientes declararon querer mover sus extremidades o sentir la necesidad de moverse. Además, el incremento gradual de la corriente eléctrica provocaba el deseado movimiento. Cabe, pues, pensar que el sentir consciente de intención o necesidad de moverse se desarrolló como subproducto inmediato de la actividad en las áreas motoras del cerebro que instruyeron el movimiento propiamente dicho. Uno de los autores (Haggard) y Sam Clark, en trabajos realizados en el Colegio Universitario de Londres, observaron que los sujetos solamente experimentan vinculación intencional cuando las acciones y sus efectos coinciden exactamente con las intenciones del sujeto; pero no cuando las intenciones, acciones y efectos se desarrollan de una forma secuencial en el tiempo. En resumen, para sentir que se tiene el control no basta con una ordenación de acontecimientos.

Pérdida del control

Los trabajos de laboratorio antes descritos exploran en términos generales la causa de que los humanos posean una sensación de control. Empero, en la vida real, las acciones motoras hacen que algunas personas sientan lo contrario. Como demostraremos a continuación, existen tres enfermedades neuropsiquiátricas —el síndrome de la mano extraña, el comportamiento de utilización y la esquizofrenia— que entrañan, en el paciente, una

importante degradación de la conciencia de estar realizando una acción.

En el caso de los enfermos con síndrome de mano extraña, una mano escapa del control voluntario. Es decir, una mano realiza acciones con significado, a menudo inadecuadas, que la persona no pretendía realizar. De hecho, los pacientes se declaran incapaces de controlar la mano extraña: con frecuencia se ven obligados a impedir que la mano extraña realice acciones indebidas. En un ejemplo muy citado, a una señora que sufría esta dolencia se le dio una taza de té. La mujer comentó que estaba demasiado caliente para tomarlo, y que iba a esperar a que se enfriase. Sin embargo, en cuanto formuló tal intención, su mano extraña asió la taza, en un intento de llevarla a los labios; tuvo que sujetarla con la otra mano.

En otro caso, la mano extraña de una mujer intentaba estrangularla, asiéndola por el cuello, dejando que la otra mano arrancase de allí a la extraña. La misma paciente experimentó que su mano extraña arrancaba a tirones las ropas de su cama. La paciente indicaba que la mano “era su propia ley”, sin que obedeciera a su voluntad consciente. En otra ocasión, mientras estaba bebiendo de un vaso, la mano extraña lo asió, luchando con la mano sana hasta que el líquido se derramó.

En esta dolencia, es frecuente que la mera visión de un objeto desencadene la acción de la mano extraña, aun cuando tal acción no encaje con las intenciones del paciente. ¿Cuál es el origen de ese trastorno? En la mayoría de los casos, los pacientes con síndrome de mano extraña sufrían una lesión de la corteza frontal medial o del cuerpo calloso; en algunos casos, de una y otro. La corteza frontal medial incluye a la AMS y a partes mediales de MI. Como se ha descrito, existen algunas indicaciones experimentales de que nuestra conciencia de acción procede, no se sabe bien cómo, de la conexión entre la AMS y MI. Es posible, en consecuencia, que una lesión en AMS—como se experimenta en el síndrome de mano extraña—pudiera proporcionar a la mano una “mente” para ella sola.

En el *comportamiento de utilización*, los pacientes interactúan y emplean todos los objetos que les salen al paso. A diferencia del síndrome de la mano extraña, el comportamiento de utilización no está restringido a acciones unimanuales, ni se halla asociado con la inexistencia de conciencia de la intención de mover. Más aún: cuando se les pregunta, los pacientes con comportamiento de utilización racionalizan sus acciones, por inadecuadas que sean. En 2002, Edoardo Boccardi y su grupo, del hospital Niguarda Ca'Granda de Milán, informaron de un caso fascinante de esta dolencia:

También llevaba a cabo complejos comportamientos bimanuales de conducta de utilización (CU). Iniciados principalmente por su mano derecha, se sumaba la izquierda con cierto retraso. En una ocasión, el experimentador dejó sobre la mesa su billetera mientras ajustaba la cámara de vídeo. El paciente se dio cuenta, tomó la cartera y empezó a sacar de ella todas las tarjetas de crédito y otros documentos, como el número de la seguridad social, leyéndolo en voz alta. El experimentador preguntó: “¿De quién es la billetera?”. “Suya”, respondió el paciente un poco desconcertado por una pregunta tan evidente, pero continuó su registro, leyendo en voz alta notas personales que el experimentador había dejado en su cartera...

Lo mismo que en el caso de la mano extraña, se desconoce la causa exacta del comportamiento de utilización. Si sabemos que estos pacientes habían sufrido lesiones en los lóbulos frontales de ambos hemisferios cerebrales. Tales lesiones podrían haber suprimido procesos inhibidores que, en condiciones normales, impiden a los demás echar mano a todos los objetos que tienen a su alcance. Además, los pacientes pueden engañarse a sí mismos, haciéndose creer que las acciones que habían realizado eran intencionales.

Sarah-Jayne Blakemore y su equipo, de la Universidad de Londres, han propuesto que estos enfermos carecen de una conciencia de las metas e intenciones internas en lo relativo a los movimientos posteriores. De hecho, los enfermos no tienen conciencia de lo que van a hacer hasta después de realizada la acción. Según esta opinión, dado que no había conciencia intencional antes del movimiento, queda a cargo del paciente racionalizar *a posteriori* su comportamiento.

Esquizofrenia

También en la esquizofrenia se da la pérdida de control. Muchos esquizofrénicos declaran que es un agente externo el causante de sus actos, pensamientos, palabras y emociones. En el caso de las acciones, los pacientes inician el movimiento sin tener conciencia de ello. Blakemore ha propuesto que esta anomalía en la conciencia de la acción podría obedecer a perturbaciones del modelo anticipativo. Como ya se ha explicado, esta idea sugiere que el cerebro compara el movimiento real con un modelo previo. En tanto la predicción y el resultado se mantengan muy parecidos, es posible que el cerebro comprenda que fue la persona la creadora de la acción. Si el mecanismo predictivo de un esquizofrénico no funciona debidamente, no se dispone de una

predicción exacta de las consecuencias de un movimiento. Por consiguiente, un movimiento autoproducido podría resultarle inesperado al cerebro, que es exactamente lo que declaran los esquizofrénicos.

No obstante, la forma en que el cerebro contribuye a nuestra conciencia de acción sigue envuelta en el misterio. Por muchas razones. Con todo, los experimentos aquí descritos ponen en tela de juicio la descripción clásica del libre albedrío. Cuando una persona siente una intención para actuar, la actividad nerviosa motora lleva ya tiempo en el tajo; por tanto, hemos de preguntarnos qué es lo que causa esa sensación de intencionalidad en la que acostumbramos fundar nuestra convicción de tener el control. Es posible que tal sensación sí surja a partir de cómputos en proceso relacionados con un modelo predictivo.

Los experimentos de laboratorio realizados con voluntarios y las investigaciones clínicas en enfermos inducen a pensar que las señales predictivas generadas previamente a la realización de un movimiento pudieran resultar vitales para nuestras experiencias conscientes de las acciones que realizamos. El trabajo aquí descrito sugiere que nuestra conciencia del control nace del modo en que procesan información las estructuras cerebrales que se ocupan del movimiento.

SUKHVINDER S. OBHI, profesor de la Universidad de Ontario Occidental, forma parte del grupo de investigación sobre acción y percepción del Instituto Canadiense de la Salud. PATRICK HAGGARD, docente de neurociencia cognitiva en el Colegio Universitario de Londres, dirige un grupo de investigación que estudia la sensación y la acción humanas.

© American Scientist

Bibliografía complementaria

THE PERCEIVED ONSET TIME OF SELF- AND OTHER-GENERATED ACTIONS. A. Wohlschläger, P. Haggard, B. Gesierich y W. Prinz en *Psychology Science*, vol. 14, n.º 6, págs. 586-591; 2003.

ALTERED AWARENESS OF VOLUNTARY ACTION AFTER DAMAGE TO THE PARIETAL CORTEX. A. Sirugu, E. Daprati, S. Ciancia, P. Giraux, N. Nighoghossian, A. Posada y P. Haggard en *Nature Neuroscience*, vol. 7, n.º 1, págs. 80-84; 2004.

KEEPING THE WORLD A CONSTANT SIZE: OBJECT CONSTANCY IN HUMAN TOUCH. M. Taylor-Clarke, P. Jacobsen y P. Haggard en *Nature Neuroscience*, vol. 7, n.º 3, págs. 219-22; 2004.

THE ROLE OF EXECUTION NOISE IN MOVEMENT VARIABILITY. R. J. van Beers, P. Haggard y D. M. Wolpert en *Journal of Neurophysiology*, vol. 91, n.º 2, págs. 1050-1063; 2004.

Acoso escolar

Para muchos niños el colegio representa un verdadero martirio. No porque tengan malas notas o soporten maestros severos, sino a causa de la violencia sufrida de sus compañeros

Mechthild Schäfer

No había noche en que no la tomaran con Basini. Le sacaban de la cama y le llevaban, escalera arriba, hasta el desván, donde ningún profesor pudiera oír sus gemidos. Le obligaban a desnudarse y, acto seguido, le azotaban la espalda. Desnudo e indefenso, el muchacho se encogía en cuclillas sobre las tablas del suelo. Sus mortificadores le apremiaban: “Di que eres un animal”. Tampoco los otros escolares defendían a Basini. Durante el día, le rodeaban en el patio del colegio y le hacían la rueda, hasta que “ensangrentado, cubierto de polvo y con los ojos vidriosos, de animal herido, caía al suelo”.

El cuadro que sobre la pubertad dibuja Robert Musil en *Las tribulaciones del estudiante Törless* lleva fecha de 1906. Lo que acontecía tras los muros de una real institución imperial dedicada a la formación de cadetes podría parecerle al lector actual una estampa de un tiem-

po venturosamente ido. Sin embargo, la aplicación de la fuerza bruta de muchos contra uno, encubierta por los compañeros y pasada por alto, consciente o inconscientemente, por los profesores, sigue siendo habitual en las escuelas un siglo después. Para lo que Musil no halló un nombre, los psicólogos han dado con “acoso” (*mobbing*) o “intimidación” (*bullying*). Aquí emplearemos indistintamente un término u otro.

Primavera del año 2004. En la sala de materiales de una escuela de formación profesional de Hildesheim, varios alumnos maltratan a un compañero. Entre golpes y vejaciones le obligan a comerse la tiza y colillas. Ufanos de su hazaña, se fotografían con la víctima. Las fotos siguen circulando, semanas después, por el patio de la escuela. Al hacerse público el ultraje,

el fiscal confisca las fotografías y encausa no sólo a los autores, sino también al resto de la clase, por cómplices.

Abuso sistemático

En los años ochenta del siglo pasado, psicólogos y etólogos empezaron a ocuparse del fenómeno del acoso entre escolares. Dan Olwens, del centro de investigación para promocionar la salud adscrito a la Universidad de Bergen, definía así ese tipo de conducta: “Un escolar se convierte en víctima, cuando sufre reiterada y largamente acciones negativas por parte de uno o varios de sus compañeros”. En su estudio pionero con escolares suecos y noruegos, Olwens llegaba a la conclusión de que, desde niños, abusan de su poder social (y lo hacen sistemáticamente) para valorarse frente a los más débiles.

1. ESCOLARES CULPABLES. En junio de 2004, la audiencia provincial de Hildesheim calificó los acosos de tres alumnos de formación profesional de “coacciones y lesiones corporales graves”. Les condenaron a 18 meses de prisión, sin libertad condicional.





Entre los escolares, no escasean los acosadores. ¿Por qué ese fenómeno? Fundamentalmente, el acoso prospera en entornos muy jerarquizados, en los que dominio y fuerza son considerados la medida del valor social de cada uno. Por eso cárceles y cuarteles son ambientes típicos de acoso y violencia.

Lo mismo que en el ejército y en los centros penitenciarios, también en la escuela conviven caracteres muy diferentes que han de intentar, día a día, formar una suerte de comunidad. Diríase que riñas y peleas están aquí preprogramadas; de hecho, uno de cada siete escolares de Alemania sufre acosos por parte de sus compañeros.

Pocos días después de que se diera a conocer la agresión brutal de Hildesheim, en otra localidad germana (Erding) se derrumbaba inconsciente un chico por los golpes de sus condiscípulos. Sólo con la entrada en acción del servicio de ambulancias, empezó a interesarse la dirección del centro por el drama, que venía desarrollándose desde hacía semanas delante de sus ojos. Sorprendió que le ocurriera a un chico de 14 años. En los interrogatorios posteriores, los compañeros describieron a la víctima como un sujeto tímido y pacato, sin amigos.

En la mayoría de las ocasiones, las víctimas se encuentran solas frente a muchos. El resto de los compañeros suele alinearse con los acosadores, por miedo a ser los próximos; o se calla y se mira hacia otra parte. Una situación difícil para la clase. Los chicos viven en un ambiente de violencia y han de reprimir sus simpatías y su compasión por los marginados. Sólo unos pocos tienen el coraje de apoyar al

compañero menospreciado. El acoso se convierte así en un problema que no se limita a la interacción entre un violento y una víctima, sino que, en última instancia, afecta a toda la clase.

Según se desprende de las investigaciones acometidas por nuestro Instituto de Psicología Pedagógica de la Universidad Ludwig-Maximilian de Múnich, los alumnos abordan el problema del acoso de manera diferente según la edad.

En 1992 interrogamos a 288 alumnos de segundo y tercero de primaria de varias escuelas bávaras sobre sus experiencias con el acoso. ¿Quién era presa fácil de los intimidadores y cómo se comportaba el resto de la clase? Seis años más tarde, repetimos las entrevistas (aquellos escolares eran ahora alumnos de formación profesional o de bachillerato): ¿cómo se manejaban, ya adolescentes, con el acoso? ¿Seguían las víctimas de antaño siendo blanco de ataques?

Donde las dan, las toman

A través de cuestionarios averiguamos en ambas ocasiones, y entre otras cosas, qué alumnos de una clase hacían correr rumores, se reían de los demás o se mostraban agresivos. Preguntamos también qué compañeros intercedían a favor de los demás o estaban dispuestos a discutir los problemas.

Para explicar lo más plásticamente posible a los niños de siete y ocho años qué es el acoso, nos servíamos de fotografías y dibujos. Aparecían allí otros niños que animaban al malhechor o, al contrario, consolaban a un compañero que lloraba. Los probandos marcaban con una

2. ESQUEMA RIGIDO DE ROLES.

Las víctimas escolares de acoso soportan sin defenderse las humillaciones de los “intimidadores”. Para no atraer sobre sí las agresiones, el resto de los compañeros mira hacia otra parte.

cruz cuando “reconocían” en la escena a compañeros de clase. Debían describir, además, su propio papel en el grupo de la clase e indicar, por ejemplo, quién les caía especialmente bien y quién no.

Y llegamos así a nuestra primera conclusión de interés: desde el propio ciclo de primaria había acosadores que no dejaban de humillar y molestar a su víctima. Las agresiones de varios contra uno, en particular, están a la orden del día. Pero nuestros estudios ofrecían, a la par, un cese de la alarma: sólo uno de cada cinco escolares es chivo expiatorio durante un período superior a tres meses.

Si se observa la actividad de los pequeños en el patio de recreo, llama la atención que, en ese ciclo inicial, se juntan con más flexibilidad en grupitos no fijos. Los preferidos son grupos de dos o tres; en la mayoría de los casos, les basta una amiga o un amigo para jugar. Entre ellos es raro la formación de pandillas. Este hecho ofrece a los niños menos apreciados la oportunidad de evitar con naturalidad a los camaradas violentos. A su vez, pueden también dejar plantado sin más a un compañero de juego, si se sienten maltratados o encuentran a otro más interesante.

Por eso, no es fácil en primaria distinguir entre intimidadores y víctimas. Es raro que guasas y agresiones afecten durante un tiempo relativamente largo al mismo niño; en este período no es tan sencillo convertirse en víctima. Pues, a esa edad, los pequeños desarrollan una conciencia muy fina de lo que es justo o injusto. Para ellos, los empujones constituyen un medio del todo eficaz de hacerse respetar e imponerse.

Culpables con ansias de poder

De ahí que los intimidadores deban cambiar de víctima a cada poco. Pero no suelen abandonar su conducta. Nuestros cuestionarios reflejaron sin ambages que el violento persiste en ese comportamiento agresivo durante meses.

La mayoría de los acosadores suelen ser niños muy dominantes, que han aprendido pronto que una conducta agresiva y desenvuelta les puede llevar a la jefatura del grupo. Su receta es humillar física o psíquicamente a los compañeros más débiles para mejorar su propio rango social en el conjunto de la clase.

Los intimidadores suelen obtener un éxito aplastante con esta táctica. En casi un diez por ciento de las clases de primaria investigadas, algunos escolares lograron establecer una jerarquía fuerte y dominar a todo el grupo. El resto de los niños aguantaban la diferencia de poder originada, pero no había ninguna pandilla o grupo que molestara a los acosadores y pudiera dar la vuelta a la tortilla.

En estas clases encontramos escolares de ocho años que, según decían ellos mismos y sus compañeros, hacía tiempo que sufrían acoso. Aunque soportaban burlas y marginación, no se defendían ni acudían a un adulto: se hallan así expuestos a desarrollar conductas que representan una invitación a los acosadores. En efecto, habíamos comprobado en trabajos anteriores que los escolares vejados a una edad temprana y durante cierto tiempo por sus compañeros de clase no saben defenderse en casos de hostigamiento y suelen reaccionar pusilánimes y amedrentados a los ataques. Estas experiencias negativas encierran el riesgo de volver a caer en los tentáculos de los acosadores.

Al pasar de primaria a educación media, los niños empiezan a integrarse en redes sociales algo más amplias. Perciben su propio rol y planifican sus acciones con cierta previsión. Si en primaria les suele resultar difícil mantener una conversación dentro del grupo, conforme van creciendo se multiplican las interacciones en corros algo más numerosos; llegados a la adolescencia, se agrupan en pandillas, buscan contactos y cultivan jerarquías y preferencias marginales.

Volvimos a preguntar a los mismos escolares (ahora de trece-catorce años) por los compañeros simpáticos y antipáticos de la clase y elaboramos un perfil de popularidad, donde se reflejaba el grado de reputación que gozaban en las nuevas clases cada uno de ellos. La comparación con las informaciones sobre víctimas y autores de acosos reveló que los acosadores eran ahora —a diferencia de lo que sucedía en el ciclo inicial— muy apreciados por sus compañeros. En cambio, las víctimas raras veces suscitaban simpatía.

O participar o no querer saber nada

¿Por qué algunos escolares son seleccionados por los culpables, son maltratados y, por último, excluidos del resto de los compañeros? ¿Caen mal esos muchachos porque son acosados o son acosados porque caen mal? Unas veces, la víctima es alguien que acaba de incorporarse a una clase; otras, el afectado tenía ya antes una mala posición en el grupo, porque sus cualidades o intereses no coincidían con los de la clase.

Mientras los alumnos de primaria podían zafarse de los ataques de los intimidadores, ahora la escuela se convierte, para las víctimas, en una carrera de obstáculos. Los compañeros los tratan como si no existieran, los rechazan con un desprecio manifiesto y murmuran a sus espaldas. Los acosadores llevan este juego de burla y ultrajes hasta el extremo. Muchos acaban por aferrarse al papel de víctima; pierden el control de su propia situación y se tornan juguete de los culpables. Cuanto más dura el terror del acoso, con mayor intensidad se desmorona la lealtad de los demás, en un círculo diabólicamente vicioso.

Desde principios del decenio de los noventa del siglo pasado la psicología infantil y juvenil conoce qué función desempeñan los escolares que no participan en el acoso. En esas fechas, el equipo dirigido por Debra Pepler combinó encuestas a adolescentes sobre el acoso con observaciones audiovisuales: los investigadores se pegaron con cámara y micrófono a los talones de los escolares.

Descubrieron que en torno al 60 por ciento de los escolares, que se suponían neutrales, miraban bien a los intimidadores, en tanto que sólo una tercera parte trataba con simpatía a las víctimas. De todos modos, el treinta por ciento disfrutaba con las acciones de los acosadores. Y casi la mitad de los “no implicados” se acercaba al violento para animarlo, incluso con vehemencia. Otros estudios revelaron que buena parte de los escolares alternan sus momentos de simpatía con los de complicidad. Se ignora, sin embargo, en qué medida niños y adolescentes son conscientes de este proceso de manipulación social y reflexionan sobre la situación de la víctima.

Pese a todo, hay un fenómeno innegable: el acoso sufrido en la escuela persigue a sus víctimas, pasados incluso muchos años. En 2002 realizamos entrevistas a 884 hombres y mujeres de Alemania, Reino Unido y España. Más del 25 por ciento recordaban haber sufrido ataques físicos y psíquicos en las aulas. El amargo sentimiento de ser permanentemente marginado e incluso sentirse amenazado con agresiones llega hasta su vida de adulto: las ex-víctimas de acoso tenían frecuentes problemas para desarrollar relaciones confiadas o comportarse seguros de sí mismos. Sus expectativas respecto de sí mismos y de las otras personas eran notablemente inferiores a la media. Pero al menos parecía que sólo en raras ocasiones se repetían en el lugar de trabajo las experiencias de antaño.

El cometido del profesor

Estas consecuencias a largo plazo ponen de manifiesto los efectos del acoso en los afectados. De ahí la importancia de la

prevención precoz. Compete a padres y pedagogos intervenir, en el momento adecuado, en la vida social de los muchachos. Aunque justamente radica ahí el problema. En Noruega, los alumnos declararon ante el defensor del pueblo que los adultos no se enteraban en absoluto de la angustia en la clase. Nuestra propia investigación ratifica que, ante el problema del acoso, los profesores suelen sentirse superados, porque les resulta difícil descubrir las relaciones dentro de la clase.

Sí pueden, no obstante, establecer pautas con su sola actuación. En razón de su situación de poder, su desenvolvimiento influye en los escolares. Deben, por poner un ejemplo, evitar comentarios despectivos, no repartir los trabajos escolares siguiendo el orden descendente de las notas o emitir juicios públicos sobre los alumnos flojos. Si los pedagogos dejan claro que están allí para ayudar a todos y los tratan sin acepción de personas, tal actitud servirá de espejo para niños y adolescentes, que, a su imagen, no excluirán a nadie del grupo.

El tema del acoso ha de entrar en el plan educativo, quizás en combinación con ejercicios antiviolencia y jornadas de reflexión. Puede también fomentarse el trato social entre los escolares con la elección de mediadores, es decir, escolares que ayuden a allanar las disputas dentro de la clase. Iniciativas como éstas alientan el compañerismo de los muchachos. En un entorno de estas características, a los intimidadores les resultaría al menos algo más difícil torpedear al grupo y agredir a los más débiles.

En la obra de Robert Musil, la víctima no recibió ninguna ayuda. El escritor deja que los tres culpables salgan impunes. Sus compañeros les cubren y los maestros, desprevénidos, se pierden en una espesa red de mentiras y difamaciones. Al final, el expulsado de la escuela es la propia víctima, el joven Basini, que había sido maltratado durante semanas en el desván.

MECHTHILD SCHÄFER es profesora del departamento de psicología de la Universidad Ludwig-Maximilian de Múnich.

Bibliografía complementaria

AGGRESSIONEN UND GEWALT UNTER KINDERN UND JUGENDLICHEN. M. Schäfer, D. Frey. Hogrefe; Göttingen, 1998.

GEWALT IN DER SCHULE. WAS LEHRER UND ELTERN WISSEN SOLLTEN — UND TUN KÖNNEN. (3ª edición). D. Olweus. Hans Huber; Berna, 2002.

QUÄLGEISTER UND IHRE OPFER. MOBBING UNTER KINDERN UND WIE MAN DAMIT UMGEHT. F. Alsaker. Hans Huber; Berna, 2003.

El olfato

Comparado con la visión y la audición, el sentido del olfato ha venido recibiendo una ponderación menor. Por una razón: apenas nos percatamos de que los aromas impregnan toda nuestra existencia

Hanns Hatt

“Con olor a flores, muy femenino, deja un rastro de yodo o de concha de ostra en la nariz, del que se desprende un aroma puro a rosas.” Así describe un experto enólogo su percepción de un tinto Burdeos, cosecha de

1954. Sólo la olfacción puede transmitirle el aroma del caldo para saborearlo en toda su amplitud.

Amén de regalarnos un placer sensorial, los aromas influyen en múltiples planos de nuestra vida: nos ayudan a orientarnos, nos alertan, regulan nuestra conducta sexual y social, inciden en nuestro estado de ánimo y emociones y

1. A TRAVÉS DE LAS FOSAS NASALES recibimos una información valiosísima de nuestro entorno y de las personas que nos rodean.

evocan recuerdos. Sorprende, pues, la escasa atención a nuestro sentido del olfato como elemento poco desarrollado, razón por la cual se ha calificado a la especie humana como micro-olfateadora. Para la ciencia, que apenas se ha ocupado de la percepción humana de los olores, nos encontraríamos ante un sentido menor.

En el último decenio se han acumulado datos sobre los procesos moleculares que nos permiten separar el aroma de una rosa del hedor de un pescado corrompido. Gracias a ello, contamos con una imagen más precisa de lo que sucede entre la nariz y el cerebro cuando olfateamos las flores. Los objetos olorosos liberan a la atmósfera pequeñas moléculas que percibimos al inspirar. Estas moléculas alcanzan la mucosa olfativa, que consta de tres tipos característicos de células: las células olfativas sensoriales, las células de sostén y las células basales, que se dividen aproximadamente una vez al mes y reemplazan a las células olfativas moribundas. Los 20 o 30 millones de células olfativas humanas contienen, en su extremo anterior, una pequeña cabeza con cerca de 20 pequeños filamentos sensoriales (cilios). El moco nasal acuoso transporta las moléculas aromáticas a los “cilios” con ayuda de proteínas fijadoras; los cilios transforman las señales químicas de los distintos aromas en respuestas eléctricas.

Hilo directo con lo desconocido

Las prolongaciones nerviosas de las células olfativas alcanzan el bulbo olfatorio a través de micro-orificios del cráneo; el bulbo es una porción anterior del cerebro, que se ocupa de la percepción de los olores. Estas prolongaciones nerviosas terminan en los “glomérulos”, pequeñas agrupaciones celulares esféricas donde se procesan las señales aromáticas que luego son conducidas por células receptoras especiales. La información llega primero al sistema límbico y al hipotálamo, regiones cerebrales ontogénicamente muy antiguas; responsables de las emociones, sentimientos, instintos e impulsos, tales regiones almacenan también los contenidos de la memoria y

AG. FOCUS / SFL

Comunicación aromática: Feromonas y otros

Las feromonas son sustancias olorosas de las que se sirven los animales de una misma especie para comunicarse entre sí en la búsqueda de pareja para la reproducción. Es muy probable que los aromas correspondientes cumplan esa misma misión en la especie humana, aunque la actitud general hacia los olores corporales ha cambiado en los últimos siglos. Luis XIV exigía a su corte que se lavara, como mucho, cada cuatro semanas y no estaba dispuesto a renunciar al olor animal de sus criados. Napoleón escribía a Josefina: "No te laves, enseguida llego". Hoy se privilegia lo contrario. Utilizamos jabones, desodorantes y champúes y tratamos de ocultar con perfumes los posibles restos de olor corporal.

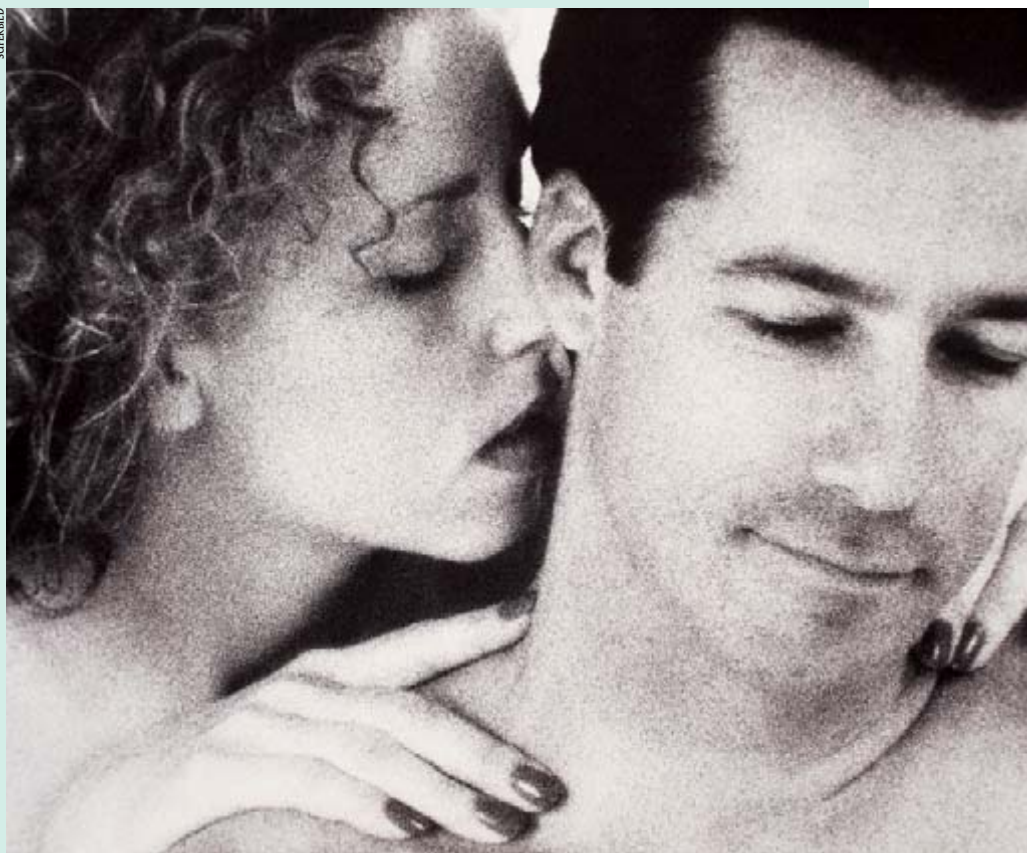
Sigue abierta la cuestión de si las personas liberan —como otros mamíferos— feromonas. Gerd Kobal, de la Universidad de Erlangen, descubrió que las mujeres emiten un juicio más positivo —o, dicho de otra manera, menos negativo— del sudor axilar masculino en los días de la ovulación que durante el resto del ciclo. Kobal sospecha que la androstenona y el androstenol, los dos esteroides presentes en el sudor masculino, podrían modificar la sincronización cíclica de la mujer.

Cada persona emite un olor corporal propio y característico, probablemente como consecuencia de los productos de la degradación proteínica del sistema inmunitario. Estos aromas personales intervienen en la elección de pareja: cuanto más se aleja el olor corporal propio del peculiar de la persona del sexo contrario, más atractiva nos resulta, descubrió hace poco Claus Wedeking, de la Universidad de Berna.

¿Cómo percibimos estos aromas corporales distintivos del sujeto? El "órgano vomeronasal" de la mucosa nasal, responsable de la emisión de feromonas por parte de la mayoría de los mamíferos, se encuentra, en el mejor de los casos, muy atrofiado en la especie humana: cerca de una cuarta parte de la población no lo posee. Por eso, no se pueden registrar reacciones eléctricas cuando se confronta el tejido vomeronasal humano frente a los

aromas. Es probable que la comunicación química entre las personas discorra en el plano de la mucosa olfativa propia, como sucede también con los animales. En los años noventa, Robyn Hudson y Hansjürgen Distel, de la Universidad de Múnich, averiguaron que algunas feromonas —como la androstenona de los cerdos o las feromonas de las glándulas mamarias de las conejas— no estimulan el órgano vomeronasal, sino las células de la mucosa olfatoria normal.

PRUEBA DE OLFACCION. El olor corporal tiene mucho que decir en nuestra elección de pareja.



regulan la liberación de hormonas. Por este motivo, los olores pueden modificar directamente nuestro comportamiento y las funciones corporales. Sólo más tarde parte de la información olorosa alcanza la corteza cerebral y se torna consciente.

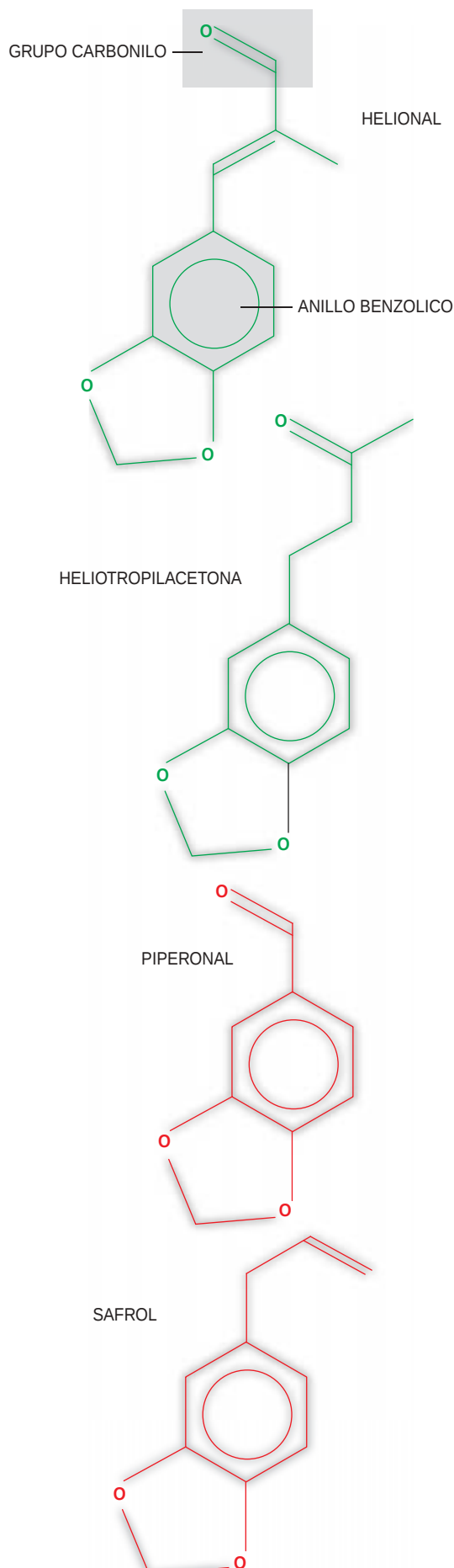
Entre tanto, se han descubierto los procesos bioquímicos de la mucosa olfatoria, que nos permiten reconocer el aroma de un perfume delicado. En el año 1991, Linda Buck, de la Universidad de Texas en Dallas, y Richard Axel, del Instituto Howard Hughes de Investigaciones Médicas en Chevy Chase, descubrieron los primeros

genes de las proteínas receptoras del olor. Estas moléculas receptoras residen en la membrana de las células sensoriales, que retienen un aroma y envían el mensaje correspondiente al cerebro a través de una cadena de reacciones químicas.

En 1996 nuestro laboratorio de la Universidad del Ruhr en Bochum caracterizó el primer receptor olfativo humano. Nos concentramos en un grupo de genes situados en el cromosoma humano 17, que cifra la proteína del receptor olfativo. Luego, incorporamos esta información hereditaria en células renales, para fabricar la

proteína receptora por ingeniería genética y proceder a su estudio. Buscábamos la respuesta a una cuestión central: ¿a qué aromas responde este receptor?

Por sustancia de prueba escogimos una mezcla de centenares de aromas de distinta composición química, utilizados a menudo en perfumería. Sabíamos que, cuando se agrega un aroma, aumenta la concentración de iones calcio de las células olfatorias humanas; preparamos, en consonancia, un método sencillo para medir la capacidad olfatoria de nuestras células renales manipuladas. En efecto, estas células reaccionaron



2. VENTAJA RIGUROSA. El primer receptor olfativo humano conocido, hOR17-40, reacciona específicamente ante una estructura molecular concreta: el grupo carbonilo (CO) situado a determinada distancia de un anillo benzólico, como sucede por ejemplo con el helional o la heliotropilacetona. Se trata de pequeñas modificaciones de la molécula, sin que desaparezca su eficacia. Este receptor no reacciona ante el piperonal y el safrol, pese a ser otras sustancias muy parecidas.

a los aromas aumentando la concentración de calcio. Al segregar progresivamente la mezcla en grupos más pequeños de sustancias, terminamos por descubrir que sólo una sustancia aromática activaba nuestro receptor; las 99 restantes no producían ninguna reacción, ni siquiera en dosis muy concentradas. La sustancia activa resultó ser el helional, un aroma que recuerda, de lejos, la brisa fresca del mar.

Analizamos luego una serie de moléculas diferentes, con una estructura química parecida a la del helional. Comprobamos que nuestro receptor olfativo, hOR17-40, reaccionaba específicamente a una estructura molecular muy concreta. Desde entonces hemos investigado otros genes de los receptores olfativos del cromosoma 17. Para nuestra sorpresa, todos los aromas eficaces poseen estructuras químicas completamente distintas, aunque cada proteína receptora del olfato se diferencia sólo en unos cuantos aminoácidos. Merced al conocimiento exacto de las sustancias activadoras hemos podido calcular con el ordenador la estructura de la proteína del receptor olfativo hOR17-40 e incluso predecir cada uno de los aminoácidos responsables de la unión del helional.

Esa concatenación de avances podría aproximarnos a una meta, largamente acariciada por los investigadores de la olfacción: optimizar un receptor para un determinado aroma por medio de modificaciones selectivas. Estas moléculas superolfativas se introducirían en un sistema de biosensores, por ejemplo, para facilitar un control fidedigno de la calidad de los alimentos. De todas maneras, este sistema no sólo facilitaría el reconocimiento inmediato de la alimentación putrefacta, por su olor característico, sino que, en virtud de su rastro oloroso, permitiría además descubrir oportunamente minas terrestres ocultas. Otros posibles usos se refieren al ámbito clínico: muchas personas no perciben ciertos olores o sencillamente no pueden olerlos. El tratamiento génico posibilitaría,

algún día, que las personas anósmicas recuperaran parte del sentido olfatorio.

De espermatozoides y lirios del campo

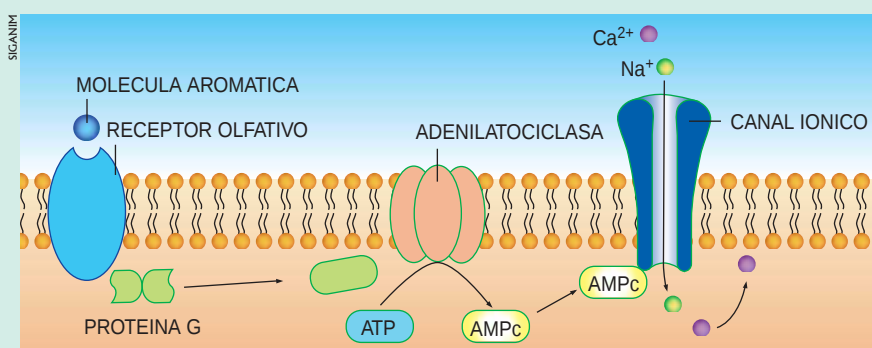
Los receptores olfativos residen también en un lugar aparentemente insólito: el espermatozoide humano. En colaboración con Ingo Weyand y Ulrich Benjamin Kaupp, del Centro de Investigación Jülich, descubrimos, a mediados de los años noventa, canales iónicos en el espermatozoide parecidos a los de las células olfatorias. Hace poco, logramos demostrar la presencia en los espermatozoides de proteínas receptoras, cuya estructura y función se asemeja a la de las células olfatorias. Uno de estos receptores (hOR17-4) reacciona de forma muy específica y sensible al aroma producido por los lirios del campo: los espermatozoides son estimulados por esta sustancia y doblan su velocidad de avance, exactamente igual que sucede en presencia del líquido folicular. No sabemos todavía qué células producen este aroma irresistible —el propio óvulo o las células del disco prológico que lo rodea— ni ante qué molécula del receptor reacciona, desde el punto de vista estrictamente biológico. Los espermatozoides poseen, al parecer, todos los componentes moleculares necesarios para el reconocimiento de los olores. Podrían, pues, ser considerados células olfativas con cola, que sólo alcanzan su objetivo —el óvulo— cuando el “aroma irresistible” les indica el camino.

En el curso de la investigación hemos encontrado una sustancia aromática bloqueadora del receptor de los espermatozoides humanos hOR17-4: el undecanal. Esta sustancia “tapa la nariz” de las células seminales, que se tornan así incapaces de hallar el camino hacia el óvulo. Podría representar un método anticonceptivo no hormonal muy eficaz. En sentido contrario, los aromas irresistibles podrían emplearse para la fecundación *in vitro*, con el fin de incrementar la probabilidad de fecundación del óvulo.

Pero nuestra nariz cumple muchísimas más funciones que la de descubrir un objetivo concreto. Discrimina entre más de 10.000 aromas diferentes. Cuando olisqueamos una flor, nuestro ánimo se eleva; si olemos algún alimento podrido, nuestra nariz nos previene de su consumo. La mayoría de los olores que afrontamos en la vida cotidiana no se compone, sin embargo, de una sola sustancia química sino de muchas. Los aromas de las flores suelen contener varios centenares de elementos, igual que los de cualquier perfume moderno. ¿A qué debemos el poder discriminar entre un pescado putrefacto y una rosa fresca?

La célula olfatoria refuerza el olor

Cuando una molécula aromática encaja en la proteína receptora olfativa específica de la membrana ciliar de la célula olfatoria, se desencadena una cascada bioquímica de refuerzo de la señal a través de la proteína G del interior celular. Con la cascada se activa la enzima adenilato ciclasa de la membrana celular; se produce una cantidad ingente del mensajero intracelular AMPc, que abre los canales iónicos de la membrana ciliar. De este modo, en la célula sensorial penetran iones de sodio y de calcio procedentes del moco nasal que tienen una carga positiva y aumentan el potencial negativo de la membrana, que alcanza aproximadamente -70 milivolt en reposo. Si el potencial excede determinado valor umbral, se inicia una secuencia de potenciales de acción en el origen del axón o prolongación nerviosa de la célula sensorial; el nervio olfativo descarga impulsos rápidos y cortos al cerebro. Basta con que una sola molécula aromática se una al receptor olfativo, para que se generen miles de moléculas de AMPc que, a su vez, abren innumerables canales iónicos. En virtud de este mecanismo de refuerzo en cascada, nuestro cuerpo reacciona a las concentraciones más bajas de las sustancias aromáticas.



Cuanto más calcio penetre en el interior de la célula olfatoria, tanto menor es la sensibilidad de la respuesta de los canales iónicos al AMPc. En este proceso pudiera fundarse el fenómeno de la adaptación: si seguimos oliendo un mismo aroma durante cierto tiempo, acabamos por dejar de percibirlo. Acontece así no sólo con nuestro olor corporal propio, sino también con los olores agradables y desagradables del entorno. Tras un banquete mediterráneo, sólo las personas que no lo han disfrutado suelen percibir el rastro del ajo. Por esta razón, también los perros de caza, en lugar de seguir el rastro aromático de la presa, liberan su nariz mediante movimientos constantes en zigzag para evitar la adaptación.

La razón debe buscarse en los 350 tipos existentes de células olfatorias, que responden con una enorme especificidad a un pequeño grupo de sustancias químicas emparentadas. De cada uno de esos tipos hay alrededor de 100.000 células olfatorias, extendidas por la superficie de la nariz y emisoras de mensajes al cerebro olfativo. Allí, las prolongaciones de todas las células sensoriales de un determinado tipo terminan en un solo glomérulo. A modo de botón de muestra, el ácido butírico químicamente puro, que despiden un olor parecido al sudor cuando se encuentra muy diluido, estimula el tipo de célula olfatoria que dispone de la proteína receptora adecuada. Ante una concentración tan baja, próxima al umbral perceptivo, sólo se activa un único "glomérulo", el del ácido butírico. Sin embargo, algunas sustancias químicas emparentadas pueden, en concentración más alta, estimular receptores diferentes con un espectro de percepción superpuesto, generando una sensación olorosa completamente distinta.

Si se huele una mezcla de varios componentes, se activan los tipos correspondientes de receptores y, en consecuencia, un mayor número de glomérulos. La combinación específica de los glomérulos excitados, la "configuración olorosa", proporciona la información exacta de los

olores y permite establecer una distinción nítida entre el hedor del pescado y el aroma de una rosa, cuyos mosaicos glomerulares podrían superponerse sin problemas.

¿Sueños aromáticos?

Cuando percibimos y retenemos por primera vez un aroma, podemos rechazar, en el futuro, parte de la información y reconocer el aroma, lo mismo que sucede al rellenar crucigramas: empezamos a recordar las palabras a partir de unas cuantas letras. La primera vez que conocemos algún olor queda grabado de forma permanente: si se trata de una vivencia agradable, percibiremos el aroma como placentero y, por el contrario, si se trata de un episodio desagradable o doloroso, este olor nos despertará siempre aversión.

También durante el sueño reconocemos los olores. El olor de un cuerpo femenino induce sueños agradables entre los varones. El aroma a naranja también tiene un efecto positivo, mientras que el escatol, una sustancia olorosa feculenta, se sigue de contenidos negativos del sueño.

El olfato constituye, pues, el único sentido que posee un control directo de nuestras emociones, a través del sistema límbico; un control inconsciente, que sólo después de su paso por la corteza cerebral alcanza la conciencia. De cualquier manera, la vía

inmediata de acceso del órgano olfatorio a nuestros centros cerebrales, sin ningún filtro cognitivo por las regiones cerebrales superiores, se presta a la manipulación de puertas y compuertas. A través de determinados aromas sintéticos, escogidos a medida, algunos taimados estrategas del marketing tratan de modificar nuestro estado de ánimo y nuestra conducta y, en última instancia, nuestras ideas de compra. Es muy fácil cerrar los ojos, pero no podemos hacer nada frente al sentido del olfato.

Por otra parte, los aromas agradables de las flores del jardín o las lámparas aromáticas nos levantan el ánimo e incluso pueden mitigar algunas molestias.

HANNS HATT es profesor de fisiología celular de la Universidad del Ruhr en Bochum.

Bibliografía complementaria

SPÜRNASEN UND FEINSCHMECKER. DIE CHEMISCHEN SINNE DES MENSCHEN. K.-H. Plattig. Springer; Heidelberg, 1995.

NEURO- UND SINNESPHYSIOLOGIE. R. F. Schmidt y H.-G. Schaible. Springer; Heidelberg, 2001.

DAS RIECHEN. U. Brandes. Steidl; Göttingen, 2002.

Hablar sin palabras

Considerado antaño una suerte de pantomima, el lenguaje mímico cuenta con una gramática compleja. El cerebro procesa su expresión en las mismas regiones que dedica al lenguaje hablado

Jens Lubbadah

Un grupo alegre y algo excitado de personas sube al tranvía N en Viena. Visitan por primera vez la ciudad y arden en deseos de contemplar el Prater. Cotorrean, ríen y no paran de contar anécdotas. Curiosamente, todo transcurre en silencio. Sólo las manos emprenden vuelos raudos y las caras se dirigen, expresivas, a los interlocutores como dibujando cada palabra con los gestos. Un espectador contempla atónito la escena desde su asiento, sintiéndose excluido de esa forma de comunicación humana. “¿Se sentirán como yo ahora los sordos?”, piensa en su interior. Tal vez repare incluso en que el lenguaje mímico permite contar historias, manifestar alegría y reír los chistes.

Que la mímica fuera un lenguaje genuino, con sintaxis, semántica, retórica e ironía, no lo tenían muy claro los lingüistas tiempo atrás. Sin embargo, el principio lógico de funcionamiento es el mismo que el del lenguaje hablado: los símbolos escogidos de forma voluntaria, es decir, convencionales, están dotados de un significado que facilita la comunicación entre las personas. En este aspecto, el danés y el alemán operan exactamente igual que el sánscrito y el swahili.

El lenguaje de la mímica aporta una sola diferencia: el sonido carece de importancia. El énfasis se pone en la combinación de los movimientos manuales y en la mímica y los gestos corporales. Hay en Europa cientos de miles de sordos y una cifra mucho mayor de personas con problemas de audición. Los sordos poseen una cultura propia, merced en parte a su lenguaje extraordinario; existe poesía mímica e incluso coros mímicos.

Cultura reprimida

Durante mucho tiempo, la situación no resultó, empero, tan idílica. Muchos pedagogos de personas sordas no reconocían el lenguaje mímico. En algunos países lo prohibieron.

Sostiene Helen Leuninger, lingüista de Frankfurt, que “la complejidad lingüística de este lenguaje es, como mínimo, equivalente a la del hablado”. Lingüistas e investigadores del cerebro consideran el lenguaje mímico como un objeto singular de estudio: reglas de que dispone, carácter universal y local de las mismas y peculiaridades de su procesamiento cerebral.

Para abordar su investigación hubo que empezar por erradicar numerosos prejuicios. Así, el que afirmaba: “En todo el mundo se habla el mismo lenguaje mímico”. Nada más incierto. Igual que cada país tiene su propio lenguaje hablado, existe un lenguaje mímico particular, siempre y cuando el país cuente con suficientes sordos y el lenguaje mímico no haya sufrido represión política, que es lo que aconteció, durante largo tiempo, en Alemania. Hasta los años ochenta del siglo pasado, el lenguaje mímico alemán (DGS: *Deutsche Gebärdensprache*) estuvo prohibido en las escuelas para sordos. Sólo se enseñaba el “principio oral”, establecido en 1880 en un congreso milanés de terribles consecuencias. Allí se congregaron profesores de sordomudos de diversos países y decidieron integrar a los sordos en la comunidad de los oyentes. En coherencia, prohibieron el lenguaje mímico. No fue anecdótico que sólo hubiera un sordo entre los maestros asistentes al congreso.

Las escuelas para sordos de los países europeos se convirtieron en meras escuelas del lenguaje hablado y escrito. El

lenguaje mímico experimentó una brutal represión. Uno de los castigos favoritos consistía en atar las manos de los niños a la espalda. En Alemania surgieron medidas de especial dureza, el “método alemán” que los especialistas de otros países implantaron luego.

Este método resultó fatal para los alumnos sordos. Carentes de la función auditiva, los infortunados no controlaban la intensidad con que emitían los sonidos orales y, en consecuencia, no lograban ningún avance. El aprendizaje de la pronunciación se convertía en una tortura, que repercutía en la transmisión de conocimientos. Los muchachos que salían de las “escuelas de sordomudos” estaban condenados, *ipso facto*, a un nivel académico bajo, cuando no se les reputaba retrasados mentales.

Los sordos perdieron su propia cultura lingüística y, con ello, la posibilidad de comunicación. Se destruyó su autoestima y cualquier expectativa de triunfo. Aún hoy perduran secuelas hondas de esta tutela. Muchos sordos consideran ofensiva la palabra “sordomudo”.

Pese a las voces críticas emitidas desde la pedagogía y la investigación contra la enseñanza oral, tal proceder se mantuvo, en Alemania, hasta 2002, año en que el gobierno reconocía el lenguaje mímico alemán como lengua de pleno derecho.

La gramática de las manos

El segundo prejuicio contra el lenguaje mímico reza así: “Los signos de la mímica son plásticos, por no decir pantomímicos”. Es decir, se trataría de gestos refinados. “¿Por qué realizan estos gestos y no otros?”, se preguntan los oyentes. Un interrogante carente de sentido.





1. JUEGO DIGITAL CARGADO DE SIMBOLOS. D, E, F, G y H en el alfabeto alemán de los dedos. Las palabras enteras se representan más veces con la mímica que las letras solitarias.

¿Por qué llamamos al cielo “cielo” y no “mar”? Es cierto que algunos ademanes transmiten gráficamente el significado y resulta, por ende, fácil inferir su contenido. Pero la mayoría de los signos mímicos es abstracta y convencional. Ha surgido a lo largo de siglos y se ha modificado con el uso; de ahí la dificultad que entraña descubrir su origen. Su génesis no difiere de la aparición de las lenguas habladas.

Con todo, la historia de las lenguas mímicas diverge, según la nación, de la historia de las lenguas habladas. Christian Rathmann, lingüista sordo de la Universidad de Texas en Austin y estudioso de tales relaciones, sostiene que “a diferencia del inglés hablado por estadounidenses y británicos, el lenguaje mímico británico contrasta enormemente con el norteamericano (*American Sign Language*, ASL)”. A comienzos del siglo XIX, Laurent Clerc, maestro francés de lenguaje mímico, emigró a los Estados Unidos y fundó allí la primera escuela para sordos. En ese país enseñó la *langue des signes française* (lengua francesa de los signos). Así pues, importó el lenguaje mímico francés a los Estados Unidos. Aquí se mezcló con los demás lenguajes mímicos y de la fusión surgió el ASL. Con otras palabras, el lenguaje mímico norteamericano se halla mucho más impregnado

del francés que el inglés hablado en Estados Unidos. Por otro lado, desde la óptica gramatical, el DGS parece más una mezcla del español y del chino y apenas guarda relación con el alemán.

Sin menoscabo de lo anterior, hay un aspecto común a los dos idiomas: el DGS tiene también dialectos. En relación con el margen de variación que se da en las palabras, las variantes del lenguaje mímico son aún más fuertes que las de dialectos como el bávaro o el sajón. En cambio, los dialectos mímicos se asemejan mucho en su gramática.

Islas dialécticas en un mar de lenguas

La variación obedece a razones históricas. Cifrámonos al caso alemán. La cuenca del Ruhr, la llanura de Berlín y las ciudades de Frankfurt, Hamburgo o Múnich se convirtieron en baluartes para los sordos, pues era allí donde se congregaban muchos de ellos. Entre estas agrupaciones apenas había contacto. Antes de la época de la televisión, del vídeo y del videoteléfono, pero sobre todo en virtud de la prohibición del lenguaje mímico en las escuelas, este tipo de lenguaje tenía un carácter eminentemente coloquial. No había ninguna norma común —similar a la que establecía la Biblia de Lutero para el lenguaje hablado— y la lengua mímica alemana se iba desarrollando al margen del contacto local de los sordos. Surgieron auténticas islas de lenguas mímicas, de las que se derivaron dialectos

genuinos; un fenómeno que recordaba lo observado en los pueblos de las montañas tirolesas, que han conservado con menos dificultades sus peculiaridades idiomáticas que las regiones con un intercambio activo y constante con el mundo exterior.

Hay otro motivo adicional en el interés de los lingüistas por el lenguaje mímico. Resulta hartamente más inextricable que el lenguaje hablado. Quien habla alemán, danés o swahili, emite una secuencia concatenada de sonidos para formar sílabas, palabras y frases. Los lenguajes hablados son unidimensionales. Cada sonido se va devanando sucesivamente.

En cambio, la lengua mímica opera en tres dimensiones. Su gramática se apoya en las diferentes regiones corporales. La mano se coloca en una posición concreta, “la posición inicial”, y los dedos otorgan una “forma” muy particular a la mano. Existe todo un catálogo de formas manuales, parecido al inventario fonético de los hablantes, al que se suman los movimientos de la mano, los gestos, la forma de la boca y el movimiento de todo el cuerpo. Todo ello transmite un significado simultáneo. En definitiva, el lenguaje mímico rebosa simultaneidad: “Con un ademán verbal se pueden transmitir a la vez hasta nueve informaciones diferentes”, señala Helen Leuninger. Así como en el lenguaje hablado hay un patrón fonético determinado —por ejemplo, una palabra— que funciona como portador de la significación, en la lengua mímica esa función es asumida por los patrones visuales.

AGUA



Hamburgo



Heidelberg



Nuremberg

LLEVAR



Bebé



Cesto



Mochila

NADAR



Pregunta



Afirmación

2. RIQUEZA DE LEXICO. Jana Schwager, profesora de lenguaje mímico para sordos, nos muestra la riqueza léxica de su lengua materna (*de izquierda a derecha y de arriba abajo*): “agua” en diversos dialectos (en Heidelberg: “no nos llega el agua al cuello”). “Llevar” depende del objeto portado: un bebé se lleva de manera distinta de un cesto o de una mochila. “¿Nos vamos a nadar?” requiere una mímica interrogativa; “vamos a nadar”, un ademán neutro.

Las manos también tartamudean

¿Qué regiones cerebrales son las responsables del lenguaje mímico? Las regiones del lenguaje hablado de los diestros y de la mayoría de los zurdos se localizan en el hemisferio izquierdo. De la comprensión del habla se encarga fundamentalmente el área de Wernicke. En cambio, en el área de Broca se producen las palabras y las frases. Quien sufre una lesión en esta zona, puede comprender el lenguaje, pero no lo habla con fluidez ("afasia de Broca"). En cambio, cuando se lesiona el área de Wernicke —afasia de Wernicke—, ocurre todo lo contrario.

El grupo encabezado por Ursula Bellugi, del Instituto Salk de Investigaciones Biológicas de San Diego, estudió casos aislados de sordos con traumatismos en distintas regiones del cerebro. Algunos presentaban síntomas equivalentes a los de una afasia de Wernicke. Interpretaban correctamente el lenguaje mímico, con toda fluidez, pero entendían de manera incompleta la comunicación de otros sordos. Y, en efecto, presentaban también una lesión del área de Wernicke.

En cambio, otros pacientes padecían el equivalente a una afasia de Broca y encontraban dificultades para representar las formas y posiciones correctas de la mano. Diríase, pues, que tartamudeaban con las manos. Es cierto que dominaban los signos y otros ejercicios motores finos; sólo les faltaba la motricidad del lenguaje. Estas personas, como ocurre con los que emiten el lenguaje hablado, presentaban un defecto del área de Broca.

La sorpresa para Bellugi y su equipo fue absoluta: pese a que el lenguaje mímico discurre por canales sensoriales completamente diferentes, se procesa en las mismas regiones cerebrales. Todo indica que existen centros especializados de la corteza que se reservan el lenguaje y que el cerebro no parece capaz de adaptarse al canal sensorial que vehicula la lengua correspondiente.

Muchos investigadores interpretan estos hallazgos como un signo de que la función del lenguaje supone una propiedad congénita. Toda persona nacería con un centro del lenguaje y allí aprendería una o varias lenguas maternas. Al cerebro le resulta indiferente que se trate del lenguaje mímico norteamericano, francés, alemán o del swahili.

Otra investigación reciente con niños nicaragüenses sordos respalda esta tesis. Los pequeños no habían aprendido lenguaje mímico alguno, sino que habían elaborado sin demora uno propio. Sin haber dispuesto nunca de un modelo lingüístico, elaboraron con el uso unas estructuras gramaticales cada vez más abstractas, parecidas a las de un lenguaje hablado.

Además, Bellugi y sus colaboradores examinaron a pacientes sordos con un traumatismo, no del hemisferio izquierdo, sino del derecho. En general, este hemisferio se considera responsable de la elaboración de la información espacial. ¿No debería asumir entonces una mayor función en la elaboración del lenguaje mímico?

De nuevo, saltó la sorpresa: los pacientes con traumatismos en el hemisferio derecho no tenían ningún problema para el lenguaje, ni para la representación propia de los signos mímicos, ni para la comprensión de los ademanes ajenos. Así les ocurría incluso a los pacientes con un trastorno grave de las demás funciones espaciales que se mostraban, en consecuencia, incapacitados para dibujar una casa o un elefante a partir de un modelo. Sin embargo, las peculiaridades complejas del lenguaje mímico, que se sirve del espacio, las dominaban sin ningún problema. Al parecer, el cerebro de las personas que hablan el lenguaje mímico no se encarga de todas las competencias espaciales en mayor medida que el de los hablantes.

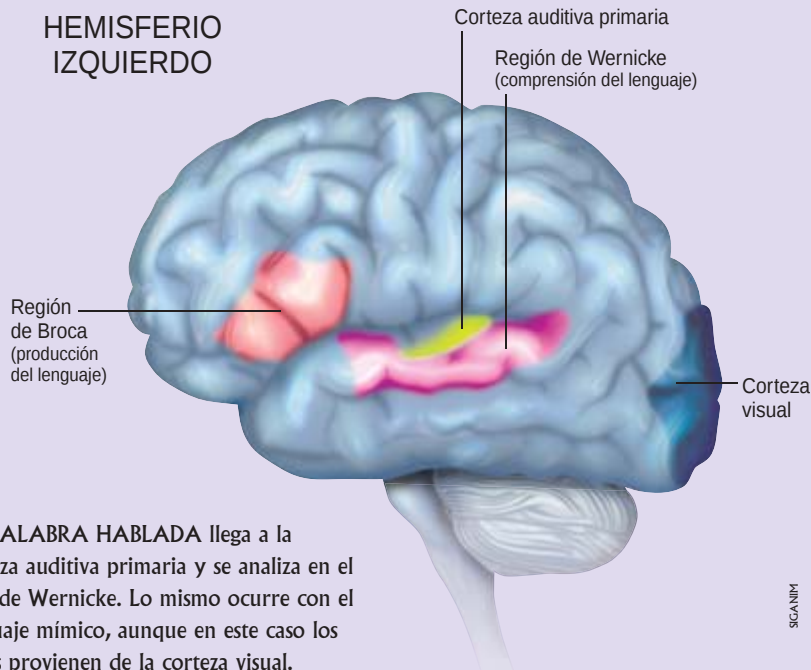
Las nuevas investigaciones han completado el trabajo pionero de Bellugi. Sin embargo, algunos datos también contradicen sus tesis. Esta investigadora era plenamente consciente de la insuficiencia de sus métodos de trabajo. Los estudios asociados a traumatismos sólo revelan la relación entre un trastorno y una zona cerebral dañada, relación que cabe aplicar a un paciente concreto. Pero tales investigaciones no señalan si en la elaboración del lenguaje interviene otra área intacta y si los resultados hallados pueden trasladarse a otros probandos.

Hubo que esperar al advenimiento de la tomografía funcional por resonancia magnética, en los años noventa, para acercarnos al de las personas que se comunican con la mímica. Helen Neville y Aaron Newman, de la Universidad de Oregón, y David Corina, de la Universidad de Washington en Seattle, aplicaron esta técnica para acotar la participación de la corteza hemisférica derecha en el procesamiento del lenguaje mímico. Compararon la actividad cerebral de tres grupos de personas:

- sordos de nacimiento, que se criaron con el lenguaje mímico norteamericano (ASL),
- oyentes, sin conocimiento del lenguaje mímico, que crecieron con la lengua inglesa y
- oyentes que, como hijos de sordos, se criaron con dos lenguas, la inglesa y el ASL.

A todos se les presentaron frases escritas en inglés y videos mímicos con frases en ASL.

Se obtuvo el resultado siguiente: los sordos activaron con fuerza el hemisferio derecho durante las dos tareas, mientras que los oyentes no lo utilizaron en absoluto. Contrariamente a lo imaginado por Bellugi, el hemisferio derecho parece intervenir en el lenguaje mímico. La actividad del hemisferio derecho es un rasgo propio del lenguaje mímico, no un efecto secundario de la sordera. Así lo confirmaron los resultados alcanzados por el tercer grupo bilingüe. Estas personas oyentes, que dominaban el inglés y el ASL, mostraron una intensa actividad derecha. Los investigadores deberán averiguar la participación del hemisferio derecho en el lenguaje mímico.



LA PALABRA HABLADA llega a la corteza auditiva primaria y se analiza en el área de Wernicke. Lo mismo ocurre con el lenguaje mímico, aunque en este caso los datos provienen de la corteza visual.



CLAUS SCHÄFER

3. LA FUERZA DE LA MIMICA. Para manifestar “angustia” es necesario abrir mucho los ojos, torcer la comisura bucal y enseñar los dientes. Para expresar “ánimo” se precisa una gesticulación facial neutra o resuelta. En ambos casos, la gesticulación de las manos es idéntica.

De cómo el “campesino” se convierte en “carnaval”

La palabra hablada “campesino” se compone de los sonidos A, C, E, I, M, N, O, P y S que dan la voz correspondiente si se ordenan de la manera adecuada. Contrariamente al tercer prejuicio enunciado, los sordos no tienen un único alfabeto digital. Para expresar el concepto de “campesino” se golpean dos veces la mejilla con el puño cerrado y los dedos dirigidos hacia la mejilla. Si se omite parte del ademán o éste se sustituye por otros, surgen palabras nuevas. Esto también ocurre en el lenguaje hablado, pues de “madre” se puede pasar fácilmente a “padre”, cambiando sólo una letra.

Si se modifica la dirección del movimiento, es decir, en lugar de golpearse dos veces en la mejilla, se frota ésta haciendo círculos, surge una variante del símbolo “mamá”. Y si el círculo sigue un movimiento antihorario, se forma una palabra totalmente distinta: “carnaval”, en lugar de “mamá”.

Las lenguas mímicas recurren también al espacio para expresar las relaciones entre el sujeto y los objetos, las interacciones entre las personas y los lugares y muchas otras relaciones gramaticales y de contenido. Así, los objetos se pueden fundir con los verbos. El signo mímico del verbo “llevar” cambia según el objeto. Una cesta, una mochila o un bebé se transportan de modos muy diferentes, que se expresan con tres patrones distintos de la mano (véase la figura 2).

La consistencia de los objetos y los detalles del movimiento se comunican mediante mímica. El símbolo de “libro” transmite, según se resalte el movimiento de la mano, si se trata de un libro pequeño o grande. La lengua hablada no alcan-

za nunca tamaña fuerza expresiva. “Me levanto de la cama” no dice, en ningún momento, con qué pierna, de qué lado y con qué rapidez lo hago. Para aportar esta información, el alemán necesitaría como mínimo de una frase adicional; sin embargo, el lenguaje mímico la incorpora automáticamente. El intérprete, que traduce la lengua hablada en la mímica, tropieza entonces con problemas. Le faltan datos esenciales para crear los símbolos.

Las interacciones entre las personas admiten una representación especial. El “relator” define para la persona a quien se dirige un punto muy concreto en el espacio corporal del narrador, donde se representan los símbolos mímicos. Para comunicar la frase “Susi ha ido a ver a Hans”, prefigura un lugar para Susi y otro para Hans. El lugar de Susi simboliza a partir de ese momento a la persona Susi durante toda la explicación. Para transmitir con la mímica la frase “Susi ha ido a ver a Hans”, basta con trasladar el signo de “ir a ver” desde el punto espacial de Susi hacia el lugar de Hans. La frase “doy a Susi una manzana” se representaría así: los signos mímicos de “manzana” y “dar” se dirigen desde el narrador al punto de Susi.

En este sentido, el lenguaje mímico es muy económico. No necesita rellenar cada frase con datos redundantes —como ocurre con muchos lenguajes hablados—, repitiendo una y otra vez “Susi”, “Hans” y “yo”; el espacio asume la función gramatical. Con ello, el lenguaje mímico compensa un inconveniente: las manos “hablan” más lentamente que el aparato fonador, pero, al aprovechar el espacio y poder transportar simultáneamente mucha información, las personas que se comunican con la mímica lo hacen con idéntica velocidad.

Signo facial de interrogación

La expresión de la cara reviste una importancia similar para la gramática. A los oyentes se les suele escapar la expresión de sentimientos intensos entrañada en la mímica de los sordos. Sin la mímica, muchos ademanes se interpretarían equivocadamente. Para expresar el “ánimo” se precisa una gesticulación facial neutra o resuelta. En cambio, para manifestar “angustia” es necesario abrir mucho los ojos, torcer la comisura bucal y enseñar los dientes. De esta manera, el sujeto mimoparlante despliega un gesto característico de angustia. Sin este gesto, no hay información.

La expresión facial transmite además formas comparativas y aumentativas: “más rápido”, “mayor” o “más ancho”; aporta también el carácter afirmativo, interrogativo o condicional de la frase. “Hoy hace buen tiempo y luego me iré a nadar” debe expresarse con una mímica neutra. Si la mímica es dubitativa o interrogativa, esta frase significaría: “¿hace buen tiempo hoy?, ¿me podría ir luego a nadar?”. Si el gesto mímico es resuelto —labios apretados, cierre parcial de los ojos— surge una frase condicional: “si hoy hace buen tiempo, me iré después a nadar”.

Las lenguas habladas y la mímica se parecen mucho más de lo que a menudo se piensa. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la comunidad de sordos y la comunidad de oyentes: los sordos se imponen un nombre mímico. Quien tiene una afición especial, un corte peculiar de pelo u otra propiedad destacada, recibe enseguida un nombre, salvo que se haya prestado a bautizarse antes. Más de uno también recibe un apelativo honorífico. Helen Leuninger ha sido bautizada entre los sordos con el nombre de “transformadora”, porque ha hecho posible el reconocimiento de su lengua en Alemania. En general, las personas que hablan con la mímica se ponen ellas mismas el nombre. Así, por ejemplo, el autor de estas líneas, nacido en Roma, ha escogido como nombre el signo de “Roma”.

JENS LUBBADEH es biólogo. Con su novia, sorda, se comunica en el lenguaje mímico alemán (DGS).

Bibliografía complementaria

LANGUAGE, COGNITION, AND THE BRAIN: INSIGHTS FROM SIGN LANGUAGE RESEARCH. K. Emmorey, Lawrence Erlbaum; Mahwah, New Jersey, 2002.

STUMME STIMMEN. O. Sacks. Rowohlt; Reinbek bei Hamburg, 2002.

La falacia reduccionista

Peter Hacker, filósofo del lenguaje, critica que la neurociencia hable del cerebro como si este órgano, por sí solo, pudiera pensar, sentir y actuar. De acuerdo con la filosofía analítica, tal pretensión constituye un sinsentido. Armin Schulz lo ha entrevistado para *Mente y cerebro*



PETER HACKER

Armin Schulz

El título delata ya la ambición del proyecto: “Fundamentos filosóficos de la neurociencia” (*Philosophical Foundations of Neuroscience*). El libro lo ha escrito el filósofo Peter M. S. Hacker en colaboración con el neurólogo australiano Max Bennett. Se proponen acometer una crítica exhaustiva de la moderna investigación del cerebro. Desde una perspectiva filosófica, sostienen, la investigación anda errada en su pretensión de reducir las facultades espirituales del hombre a la actividad de las neuronas. Más aún: el mero hablar del cerebro como si él solo pudiera pensar, sentir y decidir entraña un error. Tales conceptos sólo son aplicables a la persona considerada como un todo, dotada de sus valores sociales y culturales. Especialista en Wittgenstein, Hacker enseña desde hace casi cuarenta años en el venerable St. John’s College de Oxford. Ahora explica a *Mente y cerebro* las confusiones y desconciertos que, en su opinión, crea la manera de hablar de los neurólogos.

Mente y cerebro: Profesor Hacker, ¿qué tiene que reprochar a la investigación del cerebro?

Profesor Peter Hacker: Ante todo, no creo que se dé algo así como la investigación del cerebro. Miles de científicos, esparcidos por todo el mundo, estudian de formas muy diversas lo que pasa en el interior de la caja craneana. Hay, sí, algunas características comunes que afectan a los métodos empleados y a las explicaciones que se buscan. Pero, en mi opinión, se incurre en ciertos errores básicos: se confunden conceptos, se sacan conclusiones falsas y se ofrecen interpretaciones carentes de sentido.

Myc: En concreto, ¿en qué errores está pensando?

Hacker: Una fuente importante de errores deriva del sofisma mereológico. En él caen los investigadores al atribuir al cerebro capacidades psicológicas que sólo tienen sentido si se predicen del hombre entendido en su integridad. Los filósofos designan con el término mereología el estudio de la relación lógica entre la parte y el todo. Pongamos como ejemplo el sentido de la vista. Sólo el hombre, en cuanto organismo, ve algo, pero ni los ojos ni el cerebro por sí solos. Estos órganos pueden resultar imprescindibles para nuestra facultad visual y representar su fundamento material en la formación y función orgánicas. Pero eso difiere por entero de la idea de que el cerebro “ve” algo. Lo mismo cabe afirmar del pensar, creer o saber. De todas esas actividades, se dice, responden nuestras células grises. Ahora bien, entendida esa afirmación al pie de la letra, constituye un disparate; sólo la persona piensa, cree o sabe algo.

Myc: ¿Es tan grave esta confusión?

Hacker: No me cabe duda. Esa manera impropia de hablar induce rápidamente a falsas conclusiones, de las que hay abundantes pruebas.

Myc: ¿Por ejemplo?

Hacker: Un ejemplo famoso es la discusión, que no acaba de cerrarse, en torno a los experimentos de Benjamin Libet. Este neuropsicólogo estadounidense pidió, hace ya muchos años, a los sujetos del experimento que realizaran un movimiento concreto (mover un dedo). Los probandos habían de indicar en un reloj en qué momento preciso sentían que les venía la intención de ejecutar dicha acción. Libet estableció, por medio de una medición simultánea de

PETER M. S. HACKER nació en Londres en 1939. Doctor por la Universidad de Oxford, enseña filosofía del lenguaje y de la mente en el John’s College desde 1966.

la corrientes cerebrales, que las células nerviosas del córtex motor se activaban antes de que los probandos se decidieran conscientemente a realizar el movimiento. El neuropsicólogo lo consideró una prueba de que el libre albedrío constituía una ilusión.

Myc: ¿Usted no comparte esa opinión?

Hacker: Estamos ante un pseudoargumento. En primer lugar, una intención no constituye ningún estado mental que, de una u otra forma, podamos sentir, a diferencia de un dolor. En segundo lugar, del experimento no se siguen las consecuencias que dedujo Libet en torno al libre albedrío. Que una acción sea libre no depende de la existencia de una impresión antecedente. Nuestras conversaciones cotidianas, sin ir más lejos, tampoco suelen ir acompañadas de esos estados, y no por eso dejan de ser libres.

Myc: ¿No es un problema de la interpretación de los resultados de la investigación más que de la ciencia en sí?

Hacker: No se pueden separar tan fácilmente. Tomemos otro ejemplo: los enfermos con cerebro escindido. En estos pacientes se ha cortado la conexión operativa del cuerpo calloso: un haz de fibras nerviosas que pone en comunicación mutua los dos hemisferios cerebrales. En un experimento clásico, cuando a uno de estos enfermos se le mostró la fotografía de una gallina de suerte tal que sólo se le estimulaba el hemisferio izquierdo, el paciente asociaba esa imagen a la de un

huevo; manifiesta así un emparejamiento verosímil. Cuando se le estimuló a continuación el hemisferio derecho con la imagen de una casa hundida en la nieve, el paciente eligió una pala; al preguntarle por el motivo de la elección, respondió de una forma desconcertante: escogió la pala porque se necesita para sacar el estiércol del gallinero.

Myc: ¿Cómo suelen explicar los neurólogos este fenómeno?

Hacker: En los enfermos de cerebro escindido, argumentan, un hemisferio no puede comunicarse con el otro. Si se estimula únicamente el hemisferio derecho, el sujeto reconoce los objetos y les atribuye, con sentido, otros objetos. Pero sólo el hemisferio izquierdo, competente en el lenguaje, puede expresar este saber también con palabras. Ahora bien, en los pacientes de cerebro escindido este hemisferio depende sólo de sí mismo y ha de “inventarse” una justificación más o menos plausible para la pala.

Myc: ¿Qué le parece criticable en esta explicación?

Hacker: En puridad, un dislate. Los hemisferios cerebrales no poseen ningún saber, ni pueden reconocer ni comunicar nada. Una explicación de este tipo oculta más que lo que aclara.

Myc: ¿Cuál sería, pues, la explicación del fenómeno?

Hacker: Tendría mucho más sentido decir que la cisura del cuerpo calloso impide la transferencia de las señales neuronales de un hemisferio al otro. Estas señales son una condición necesaria para que una persona dé razones concluyentes de su clasificación de los objetos, aun cuando se le estimule sólo el hemisferio derecho. Por tanto, se puede describir con toda corrección los procesos sin echar mano de formulaciones absurdas.

Myc: ¿Se podría pensar que los neurólogos hablan en un sentido figurado?

Hacker: Cierto; y, en principio, no hay nada que objetar. Ahora bien, cuando se manejan metáforas, los neurólogos deberían no olvidar que confieren, sin embargo, un sentido peculiar a los conceptos de “pensar” y “comunicar”, que nada tiene que ver con el que reciben en el lenguaje ordinario. Estos conceptos pertenecen a una suerte de vocabulario técnico, que debe definirse y explicarse. ¿Qué quiere decir exactamente que el cerebro “piensa” o “comunica”? En cualquier caso, no lo que solemos entender con estos términos, pues sólo los individuos son capaces de realizar estas

acciones. Muchos neurólogos caen en la trampa de otorgar el significado común, fuerte, a esos conceptos.

Myc: En su opinión, ¿por qué cree que está tan extendida esta confusión mental?

Hacker: Las primeras generaciones de neurocientíficos del siglo xx eran cartesianos. En la estela de René Descartes, creían en la existencia de un alma inmaterial que dotaba al hombre de las facultades de “pensar” y “saber”. Se esforzaban por encontrar su sede en el cerebro. La siguiente generación de investigadores, por el contrario, rechazó con rotundidad creciente la existencia de una esfera inmaterial. Sustituyeron sin más “alma” por “cerebro” y transfirieron a éste las cualidades superiores.

Myc: ¿Qué función desempeña la reflexión filosófica en la moderna investigación del cerebro?

Hacker: Las cuestiones filosóficas son abstractas. Así, aspiran a aclarar el uso correcto de las palabras: ¿qué tiene sentido y qué no? La ciencia empírica, por el contrario, se pregunta cómo funciona algo; si una explicación es verdadera o falsa. Pero si el neurólogo se propone investigar experimentalmente, digamos, la memoria, habrá de empezar por saber qué significa “recordar”. La filosofía puede ayudarle a esclarecer algunas cuestiones.

Myc: ¿Quiere esto decir que en todo buen científico ha de haber un pequeño filósofo?

Hacker: Yo no llegaría a tanto. A decir verdad, no es necesario que los neurólogos dominen las sutilezas de la filosofía. Claro que, como todos los científicos, deberían conocer qué cuestiones importa investigar y cómo describir e interpretar con sentido sus resultados. Esta fue una de las razones por las que Max Bennett y yo hemos escrito nuestro libro.

Myc: ¿Cómo se llevó a cabo la colaboración entre el filósofo y el neurólogo?

Hacker: Max Bennett siempre se ha interesado por la reflexión sobre los resultados empíricos de la investigación. En cierta ocasión, tropezó con una de mis publicaciones. Se puso en contacto conmigo y se entabló entre nosotros un vivo intercambio de ideas. Hasta la redacción del libro.

Myc: ¿No fue difícil compaginar la visión del neurólogo con la del filósofo?

Hacker: Me sorprendió lo mucho que coincidíamos en la mayoría de los temas. A veces basta con desprenderse de las an-

teojeras de la propia especialidad. Ahora estamos proyectando otra obra.

Myc: ¿Sobre qué tema?

Hacker: Mientras en “Fundamentos filosóficos de la neurociencia” desarrollamos un marco teórico para la neurociencia, en “Historia de la neurociencia cognitiva” (*A History of Cognitive Neuroscience*) lo aplicamos a problemas concretos. Analizamos, desde una perspectiva filosófica, una serie de explicaciones y abstracciones; nos proponemos, en caso necesario, reformularlas para evitar problemas como la falacia mereológica.

Myc: ¿Qué tiene de especial este nuevo marco?

Hacker: Nosotros rechazamos el reduccionismo, tan extendido entre los neurólogos. En su versión pura este enfoque sostiene que todo lo que existe es material. Transportado a las neurociencias, significa que los pensamientos o son fenómenos materiales o no existen en absoluto. Pero esta es una afirmación absurda. Es simple y llanamente falso que todo lo que hay en el mundo es material. La revolución francesa, la novena sinfonía de Beethoven y los sonetos de Shakespeare no son materiales. Pensamos que hay que rechazar absolutamente la idea de un espíritu inmaterial cartesiano, sin por ello recusar de inmediato todo lo no material.

Myc: Aparte del reduccionismo, ¿de qué más habrían de deshacerse los neurólogos?

Hacker: Veo también problemas en la interpretación de los experimentos con animales. El hombre se diferencia del resto de los mamíferos por el don del lenguaje, sobre todo. Nuestra forma de pensar se basa en esa capacidad. Mi perro puede, quizá, sentir miedo de la tormenta que se está formando en el horizonte, pero no puede tener miedo del agujero de ozono. Le faltan los conceptos. Por trivial que parezca, de ahí se derivan complicaciones para numerosos experimentos con animales. Es dudoso que sus resultados expliciten mucho sobre nosotros, pues el miedo humano y el temor animal son dos cosas distintas por completo. No se debería considerar evidente trasladar los resultados de estas pruebas a personas como nosotros.

Myc: ¿Confía en que los neurocientíficos sigan sus consejos?

Hacker: San Agustín dijo en cierta ocasión: “Cuando el guardián hace sonar la alarma, ha cumplido su obligación”. Pero los neurólogos harían bien en no rechazar precipitadamente una crítica. Al fin y al cabo, no hay otro tema que centre mayor atención pública.

Hijos con minusvalías

Los niños y jóvenes minusválidos merecen especial atención.

Con frecuencia el resto de la familia se ve obligado a desatender sus propias necesidades y deseos, con las tensiones y problemas consiguientes

¿Está sano nuestro hijo? Tal es la pregunta que formulan los padres cuando nace un niño. En el 90 % de los casos el médico puede responder afirmativamente, para satisfacción de los progenitores. Pero si viene con alguna enfermedad o minusvalía, muchos sueños suelen desvanecerse. “¿Qué futuro nos espera?”, se preguntan los padres, entre el temor y la frustración.

Una de las malformaciones más frecuentes es la espina bífida, una fisura en la columna vertebral que padecen uno de cada 1000 recién nacidos. El niño muestra en su espalda una hinchazón alrededor de una fracción medular. Al no haber quedado el sistema nervioso suficientemente hundido en el cuerpo, se sufren graves parálisis que demandarán, a lo largo de la vida, asistencia médica y social. El choque emocional para una familia que se encuentra de repente ante semejante diagnóstico, es tremendo. Miles de preguntas se encadenan sin respuesta: ¿por qué nos ha tocado precisamente a nosotros? ¿Qué futuro nos espera?

Y con esa inquietud se ven sumergidos en nuevas situaciones para las que no se habían preparado. Se suceden días de estrés y caos emocional, justo cuando debiera establecerse la primera intensa relación entre madre e hijo. Debe el pequeño someterse a operaciones, permanecer días y noches en el hospital. En un ambiente estéril, separados por tubos y aparatos, la madre y el niño se encuentran alejados: no pueden tocarse, olerse, oírse; en suma, no se acostumbran el uno al otro.

Cuidados día y noche

Cuando por fin el niño llega a casa y duerme en su cuna los padres se encuentran a solas con él. El recién llegado requiere atención y cuidados día y noche. Hábitos y rutinas de los progenitores quedan atrás. La vida entera de la familia cambia de raíz, sometida a una creciente sobrecarga psíquica.

Algunos padres quisieran dar marcha atrás e intentan soslayar el diagnóstico. Otros toman la minusvalía como un reto. Leen, buscan en Internet y consultan a

diversos expertos. En su tesón, reaccionan agresivamente si se les llama la atención sobre la posibilidad de que estén dando lugar a una sobrecarga para el propio niño o para el resto de la familia. En efecto, la situación se agrava cuando hay otros hermanos mayores, que han de acostumbrarse a la nueva vida familiar. El planteamiento suele ser simple: los padres quieren, sobre todo al principio, que los hermanos sean comprensivos y estén prestos a la colaboración.

Ante las nuevas exigencias, los hijos responden con cambios de conducta muy diferentes según la edad, el sexo o la personalidad. Mientras que los chicos acostumburan reaccionar de forma agresiva e intentan torpedear las medidas educativas adoptadas por los padres, las chicas tienden a una actitud de discreta retirada. En casos extremos se desarrollan depresiones o trastornos en la conducta alimentaria.

Los psicólogos de la infancia y de la juventud parten del hecho de que la combinación “primer parto niña y segundo un niño minusválido” lleva consigo el peligro de que “la mayor” asuma una responsabilidad excesiva. En esta situación los padres debieran estar avisados. Se recomienda dedicar tiempo y atención al niño sano.

Los padres suelen hablar con los hermanos sanos de los problemas sobrevenidos. No aislarlos del hermano discapacitado. Tom Freeman, de la Universidad de Ontario Occidental, estudió con su equipo ese fenómeno y llegó a la conclusión de que muchas de estas niñas y jóvenes padecían síntomas de estrés y problemas emocionales y psíquicos. A ello se añadía el desarrollo de una fuerte sensación de culpabilidad respecto al hermano minusválido.

Para aceptar y amar a un niño minusválido es indispensable una sincera y franca convivencia. Si éste se da cuenta de que cualquier cosa que con él se hace es motivo de inquietud, acabará por sentirse oprimido y triste. En todo caso, los padres necesitan una ayuda terapéutica. Muchos progenitores se forman una falsa imagen de su hijo creando mentalmente



BILDREISE / ELLERBROCK & SCHAFF

¿HASTA AQUÍ Y NO MÁS?

Como el resto de los jóvenes, los adolescentes minusválidos sufren graves crisis relacionadas con su identidad y dominio de su futuro.

lo que se ha dado en llamar “niño en la sombra”, niño imaginario que sería capaz de realizar todo lo que su hijo real no puede hacer. Para librarse de esa falsa imagen los padres han de aceptar a su hijo tal y como es. Sólo así se alegrarán de los avances que el pequeño logre en su desarrollo.

La vida con un niño minusválido implica otros retos. Si los padres no cejan de darle vueltas a los problemas surgidos, olvidarán ocuparse de su interacción mutua. El matrimonio deja de lado las habituales tareas cotidianas: todas sus energías son consumidas por la ergoterapia, la gimnasia rehabilitadora y las visitas al médico. En esta fase, varones y mujeres suelen recurrir a diferentes estrategias para superar la situación. En 1996, un grupo de investigadores de la Universidad de California en Los Angeles demostró que en las familias afectadas se refuerzan los papeles tradicionales: la madre abandona su actividad profesional para atender correctamente a su hijo, mientras que el padre tiende a refugiarse en el mundo de su profesión. Aparecen así las tensiones en el seno familiar.

¿En qué consiste una “minusvalía”?

El concepto de “minusvalía” abarca un amplio espectro de enfermedades somáticas y psíquicas que en casos graves afectan tanto al cuerpo como al psiquismo. Sólo el cinco por ciento de las minusvalías son congénitas o perinatales; el resto tiene su origen en accidentes, enfermedades o envejecimiento.

Según la Organización Mundial de la Salud en principio la minusvalía se debe a una lesión. Con este término se entiende cualquier fallo en las funciones y estructuras anatómicas, fisiológicas o psíquicas del organismo. Estas alteraciones llevan a una incapacidad que constituye la minusvalía propiamente dicha y repercute en la posibilidad de satisfacer las necesidades cotidianas.

En las congénitas, responsables del diez por ciento de las minusvalías, no es raro que los padres se enzarcen en una absurda discusión sobre la responsabilidad del transmisor de la deficiencia génica. La situación, en cambio, varía cuando la causa responsable es un fallo en la atención médica durante la gestación o el parto. En este caso, los padres reconocen en el médico o en el hospital un enemigo común, al que se ven sometidas sus vidas, ahora quizá más unidas.

Hay enfermedades, como la distrofia muscular, que significan para los afectados unas perspectivas de vida muy corta, por término medio unos 20 años. Se ha de procurar que el niño los viva de la forma más agradable posible. Ante esa situación, importa menos la preocupación por la educación y se deja que las cosas sigan su curso.

Pero lo lógico es que a los niños y jóvenes con minusvalías se les exija esfuerzo. En un estudio realizado en 1997, Grayson N. Holmbeck, de la Universidad Loyola en Chicago, demostró que muchas familias se ven abrumadas ante el problema de los límites que han de tener sus exigencias con el hijo enfermo. ¿Deben forzarlo e intentar un máximo aprovechamiento escolar o deben dejarlo a su albur para que se decida él?

¿No puede o no quiere?

La respuesta depende del grado de minusvalía. En cada caso los padres han de saber si el niño no puede. Obstaculizados e impertinentes, sobre todo en la pubertad, no dan otra razón de su conducta que el rechazo por el rechazo. Los adolescentes con minusvalías viven con extrema intensidad su condición de personas diferentes. Con altibajos en su humor, se enfrentan críticamente a su propio cuerpo y al resto de la familia.

Igual que los demás adolescentes, reaccionan airados si los padres les siguen tratando como niños. Se rebelan frente a los adultos, pero esta rebeldía muestra distintos grados de intensidad. Para un joven anclado en la silla de ruedas, las posibilidades quedan recortadas: por mucho que quiera saltar, gritar, dar un portazo y marcharse, pronto advertirá su absoluta dependencia de una madre que tal vez un par de horas después lo tome en brazos para acostarlo.

La mayoría de los jóvenes impedidos han de limitarse a soñar en ciertas diversiones de su edad: fútbol, ballet o tenis. Si los chicos en la pubertad sufren por no poder competir en fuerza y arrojo con sus compañeros, las chicas sienten la frustración de su alejamiento del ideal estereo-

tipado de belleza. Atraviesan éstas una fase llena de dudas e inseguridades en la que se enfrentan a su identidad femenina y a su difícil sexualidad.

Añádase que niños y jóvenes con minusvalías se ven obligados a poner su cuerpo en manos de otros. Cuanto más grave sea la minusvalía, mayor será la dependencia. En las actividades cotidianas ven cómo se sobrepasan las fronteras de su intimidad, con la sobrecarga anímica que ello les provoca. En un mecanismo psicológico de autodefensa, viven su cuerpo como si se tratara de un cuerpo ajeno.

Las chicas y mujeres que requieren asistencia sufren agresiones sexuales con una frecuencia doble que las sanas. La dependencia, el aislamiento y la débil autoconciencia que a menudo las caracteriza las convierte en víctimas fáciles de los agresores sexuales. En ocasiones, ni siquiera se percatan del momento en que son objeto de abuso. La situación reviste particular gravedad cuando las jóvenes sólo pueden expresarse con dificultad o no pueden hacerse entender.

DARIA REICHARD, psicoterapeuta, trabaja en la institución “Wichernhaus” de Altdorf, cerca de Nürnberg. DARIA REICHARD, psicoterapeuta, trabaja en la institución “Wichernhaus” de Altdorf, cerca de Nürnberg.

Bibliografía complementaria

LEBEN MIT EINEM BEHINDERTEN KIND. S. Görres. Piper; Múnich, 1987.

GESCHWISTER BEHINDERTER KINDER IM JUGENDALTER, PROBLEME UND VERARBEITUNGSFORMEN. W. Hackenberg. Spiess; Berlín, 1992.

GESCHLECHT: BEHINDERT, BESONDERS MERKMAL: FRAU. S. Boll, T. Degener y C. Ewinkel. AG SPAK; Neu-Ulm, 1996.

Vida artificial

Quien se ciña a componentes aislados, nunca llegará a entender la mente humana.

Tal es la idea que mueve a los que investigan con seres virtuales complejos

Basta con imaginarse un molino de viento, con sus aspas poderosas, el juego de muelas, las tolvas de grano y harina, el tableteo y rechinar de los mecanismos. Estos ingenios se construían ya en la Edad Media con un

grado elevado de refinamiento en alguna de sus partes. Se encajaba la tabla vibratoria que alimentaba con grano el juego de muelas con el vástago del aspa. En caso de rotación rápida de las aspas, el sistema suministraba más grano a la mo-

lienda. Con ello aumentaba la resistencia, produciendo a su vez una disminución de la velocidad de giro, lo que determinaba una menor aportación de trigo. Un molino correctamente ajustado operaba de forma regular, prácticamente autónoma, en vir-

tud de lo que hoy se denomina un circuito regulador o retroalimentación negativa. Un molino de este tipo se autogobernaba, lo que, para Dietrich Dörner, profesor de psicología de la Universidad germana de Bamberg, constituye una óptima metáfora de lo que en el siglo XXI se considera la condición básica de la vida: mantener estable el medio interno.

Pero, ¿posee vida un molino de viento? ¿Está provisto de algo parecido a la inteligencia? Dörner no pretende llegar tan lejos, aunque sí declara que no faltan razones para sospechar que la vida y el pensamiento comenzaran así. Con su grupo de investigación, Dörner se propone hallar una teoría global de la mente, la “estructura del alma”. En esa labor se sirve de la simulación informática.

Los métodos habituales en psicología —observación, experimentación y análisis estadístico— ayudan a comprender determinadas formas de comportamiento, mas no pueden revelarnos cómo se genera el comportamiento en cuanto tal, en su radicalidad. Y esto es lo que en Bamberg desean averiguar. En síntesis, se parte de la introducción de determinados procesos de control básicos de nuestro comportamiento en un sistema informático para decodificar la mente humana. Se escoge un proceso psíquico cualquiera —recordar, planear, encolerizarse, alegrarse o estar disgustado— y se convierte en un programa informático.

Como primer paso, se plantean hipótesis sobre los mecanismos subyacentes bajo un proceso. Se les traslada luego al ordenador y, por fin, se les somete a prueba incorporados en un ente virtual. Si la reacción de éste es similar a la que cabría esperar de un ser humano en la misma situación, tendremos motivo para sugerir que nuestra mente

funciona de acuerdo con los mismos principios.

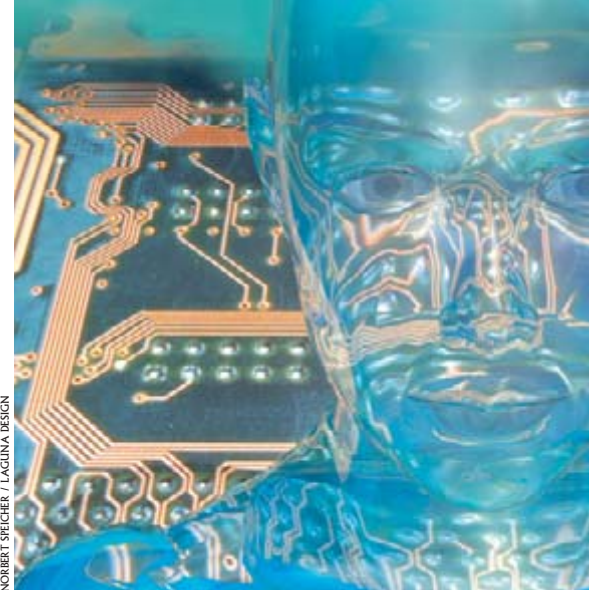
A la criatura virtual en cuestión se le impuso el nombre de Psi. Se trata de una suerte de máquina de vapor fantasmagórica cuya existencia transcurre en un mundo igualmente virtual. En realidad, Psi no es más que un constructo teórico, un modelo de interacción entre procesos emocionales, cognitivos y de motivación; “una teoría sobre el alma”, en opinión de Dörner. Lamenta éste que la mayoría de los neurocientíficos se ciñan a sectores parciales de la cognición (sólo con la percepción o sólo con el pensamiento), sin apenas detenerse en la motivación, no digamos en los sentimientos, de los que nadie sabe con exactitud en qué consisten realmente. Frente a esa tendencia aislacionista, la investigación con Psi debe mostrar un comportamiento lo más complejo posible, con necesidades contrapuestas y conflictos de decisión, es decir, todo lo que caracteriza el desenvolvimiento cotidiano del hombre.

Algoritmos de la naturaleza

A diferencia de otros neurocientíficos, Dörner cree que puede “reconstruirse” el alma en el ordenador. Parece claro, por lo demás, que existe un plan estructural de la mente. Cada uno de nosotros no es más que un caso particular de la forma en que la naturaleza ha resuelto el problema. Para el psicólogo de Bamberg, cualquiera que sea la realidad del fenómeno en cuestión, terminamos por encontrarnos ante procesos previsible.

En su interpretación del alma, se alinea con Aristóteles, para quien “constituye la causa y el principio del ser vivo”. Definición que Dörner equipara al “conjunto de principios reguladores que otorgan vida a un cuerpo”. Ni sustancia desconocida, ni motor del organismo, el alma sería la conjunción de sus circuitos reguladores.

Psi posee numerosos circuitos de control, “necesidades” en el argot. Notifican la divergencia de determinados parámetros respecto del estado normal. Agua y combustible virtuales, por ejemplo, en nuestro ente virtual. En caso de agotarse las reservas de estos dos nutrientes básicos, debe deambular por la isla donde vive hasta encontrarlos para no desfallecer, cual si se tratara de un ser vivo. Los ojos de Psi remedan cámaras, a través las cuales se orienta; porta unas trompas virtuales de succión y aprehensión con las que bebe agua y puede mover árboles y recolectar nueces o semillas de girasol (material oleaginoso de donde extrae el combustible). Además de estas sustancias imprescindibles, Psi necesita, igual que cualquier persona real, sentirse compe-



NORBERT SPEICHER / LAGUNA DESIGN

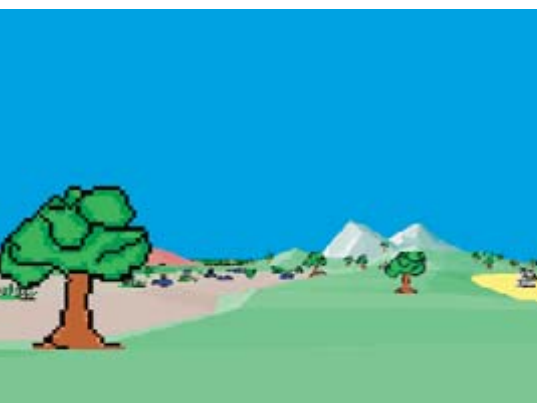
1. MAQUINA ANIMADA. Si la naturaleza está compuesta a partir de procesos previsible, ¿se podría también simular el alma mediante un ordenador?

tente y seguro. Quiere conocer su entorno, dónde hay lo que le pueda servir y dónde le acechan posibles peligros. Precisa del calor de la sociedad, vale decir, de las señales de ánimo que le proporciona la sonrisa del observador al otro lado de la pantalla.

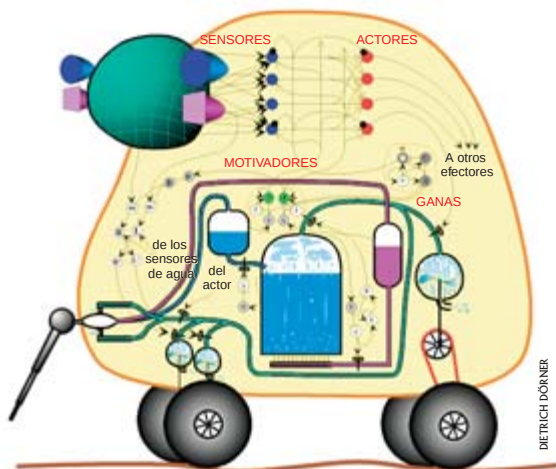
Cada vez que se aprieta el botón de “Inicio” y Psi nace a la vida, comienza su exploración por la isla. Nuestra maquinita virtual encuentra allí playas de arena y costas escarpadas, acantilados cortados a tajo, apacibles colinas con pequeñas arboledas, arbustos, estakes y cuevas. Si en unos lugares hay pocos caminos, en otros puede perderse en auténticos laberintos. Numerosas amenazas ponen en peligro su integridad: piedras que caen o ramas que se desgajan. Gracias a un potente almacenamiento “neuronal” Psi retiene dónde se hallan esas zonas prohibidas. Pero su memoria, igual que la humana, no es perfecta: los datos no evocados con regularidad se borran.

Dispone, asimismo, de emociones. Sin sentimientos no se puede entender el comportamiento humano. Se exterioriza su estado anímico mediante el dibujo de un rostro humano que aparece en una esquina de la pantalla. (Cuenta con un amplio repertorio de caretas, que reflejan temor, resignación, desconsuelo, sorpresa, aburrimiento o alegría, acordes con la situación.) Estas manifestaciones emocionales repercuten en sus acciones. A veces duda y no se atreve a seguir. Otras avanza resuelto hacia un destino apartando de su camino todo aquello que se interponga. Al terminar la tarea, Psi se relaja y parece especialmente contento.

2. LA PANORAMICA DE PSI. Así ve la máquina de vapor virtual el mundo que debe explorar.



DIETRICH DÖRNER



3. LA MÁQUINA DE VAPOR ESTÁ HAMBRIENTA. Cuando se agotan las reservas de agua (azul) y combustible (violeta) los motivadores se activan y provocan que Psi salga en busca de sus dos nutrientes básicos.

Mentalidad de explorador

Para traducir emociones en bits y bytes, el grupo de Bamberg las descompone en cuatro parámetros: actividad, grado de resolución, competencia y umbral de selección. La actividad representa la intensidad de la excitación del sistema; la competencia indica confianza y seguridad ante cambios previsibles del entorno; el grado de resolución señala la exactitud del procesamiento de datos, o sea, con qué precisión piensa Psi; el umbral de selección, por fin, define cuándo debe empezar a actuar.

Cuando aparece un obstáculo inesperado en el camino que no puede superarse con facilidad, la competencia disminuye. Si la actividad aumenta, el sistema, “bajo presión”, se enfada. Si a la vez se reduce el grado de resolución en el procesamiento de la información, Psi actúa de forma irreflexiva, poco flexible y precipitada. En los momentos de alegría su concentración disminuye mientras que, en paralelo, la predisposición a probar cosas nuevas aumenta, de forma que ese día nuestro ente virtual muestra una especie de mentalidad de explorador. El miedo se manifiesta con una mengua de competencia, lo que se trasluce en una tendencia a refugiarse en entornos seguros y quedarse quieto.

Tales emociones y necesidades determinan que el comportamiento de Psi resulte eficaz, pues ponen de relieve la importancia de diferentes motivos: la necesidad más urgente fija cuál es la siguiente acción a realizar dentro del orden del día. No obstante, Psi cae a veces en un círculo vicioso: si ocurren muchos acontecimientos nuevos, la competencia de Psi bajará y deberá subir, por contra, la necesidad de explorar y descubrir. Sin embargo, no ocurre tal: el umbral de seguridad llega al límite, razón por la cual el sistema se interrumpe constantemente para mantenerse alerta de los posibles peligros. Entonces, la urgencia de resolver el problema apremia todavía más, la actividad crece, el grado

de resolución decrece y el rendimiento de los actos se degrada de forma progresiva. Dicho de otra forma: el sistema se halla ante una incipiente crisis de pánico. Así pues, los sentimientos conllevan problemas, tal y como puede constatar cualquier persona que se haya encontrado en alguna situación angustiosa. Pese a ello, disponer de los sentimientos resulta positivo. Las máquinas virtuales Psi dotadas de moduladores emocionales pueden mantener su nivel de necesidad, medido a través de la intensidad de hambre, sed o dolor, más bajo que las réplicas desprovistas de sentimientos.

La actuación de Psi se halla, pues, condicionada por su estado virtual de ánimo. ¿Son equiparables a las reales tales emociones? No podemos perder de vista que se trata de un tipo mecánico de sentimientos. Son modulaciones de procesos internos que adaptan el sistema a las condiciones de su entorno. Psi no puede experimentar sus emociones. La emoción está asociada a la autorreflexión, relacionada de forma indisoluble a su vez con el lenguaje. El alma debe poder mantener un diálogo interno consigo misma y llevar a cabo un análisis retrospectivo de los procesos de pensamiento. Psi no es capaz de eso. Para Dörner, “¡todavía no!”.

El despertar de los instintos maternos

Incluso hallándose lejano su objetivo de conseguir a través del ordenador un ser autoconsciente, Dörner persiste en la posibilidad del mismo. Entiende que, si hubiera una imposibilidad de principio, habría que admitir la existencia de fenómenos que no pueden abordarse con los métodos de la investigación científica.

En relación con los avances en este campo llama la atención la reacción que el ente virtual provoca en sus observadores, quienes se preocupan por Psi cuando éste muestra una mirada de desconsuelo

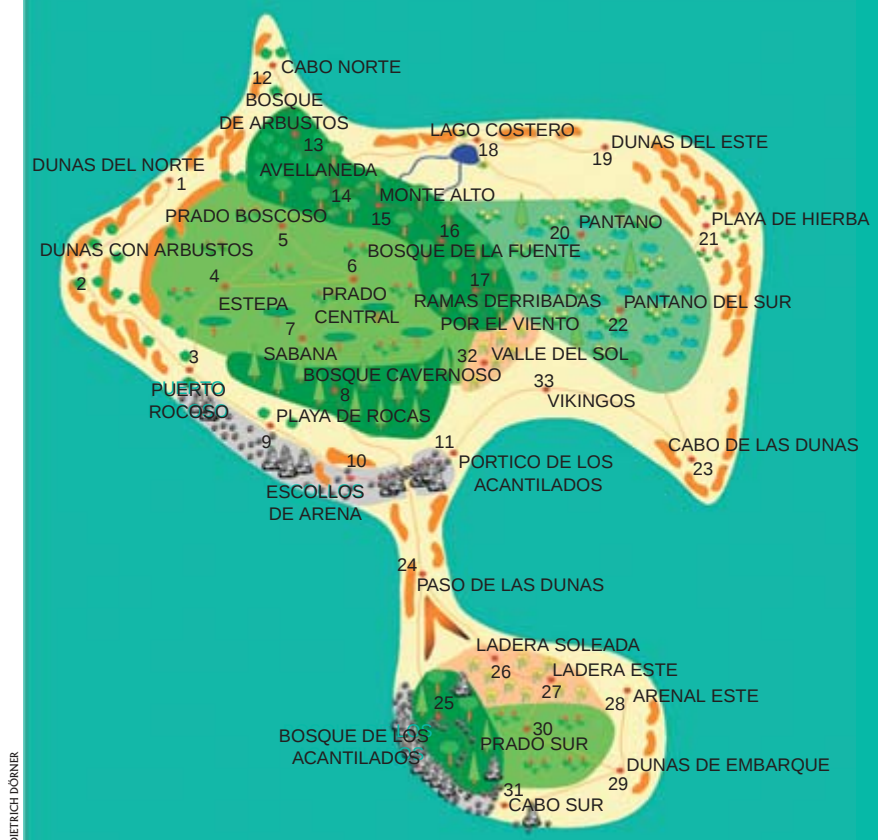
y padecen la angustia de la búsqueda de los recursos en los momentos de necesidad. Las personas se muestran así predispuestas a atribuirle no sólo intenciones y propósitos, sino también deseos y convicciones. Si, además, se trata de voluntarios que deben resolver problemas conjuntamente con el ente virtual, su relación deviene paritaria; se preocupan de su nuevo camarada de bits y bytes como si fueran unos padres solícitos. Ello tiene su explicación: nuestra propensión a tratar en un contexto psicológico todo lo que se desarrolla en un tiempo y ritmo del mundo de las personas.

En el disco duro habita también Alie, un alienígena virtual ideado por Katrin Hille, del equipo de Bamberg. Consta de un círculo que se desplaza a lo largo de un camino y en cuyo interior parpadean puntos luminosos. Pese a su sencillez se ha podido comprobar que, si se arrastra a través de un paisaje lunar y los puntos de su interior parpadean lentos y asíncronos, la mayoría de los observadores coinciden: Alie está triste. No significa ello que Alie tenga emociones reales, como tampoco podría demostrarse que Psi tuviese conciencia de sí mismo si consiguiese decir “Yo” para autoaludirse. Para Henrik Walter, de la Universidad de Ulm, la cuestión sobre la posesión de conciencia de sí mismo no es sólo una cuestión empírica sino también y, muy en particular, normativa. Cuanto menos podemos controlar un sistema, tanto más tendemos a atribuirle dicha cualidad.

No hay tal control en Psi. Este aplica un preciso protocolo a sus procesos mentales, pero es tan complejo, que hace inviable su análisis. Y aunque su comportamiento se basa en algoritmos reproducibles, no siempre hace lo que de él se espera. Re-

4. ALEGRE O ENOJADO. Psi expresa sus sentimientos mediante un sistema de mímica basado en el modelo humano.





5. ROBINSON SIN VIERNES. Psi debe reconocer su isla virtual totalmente solo. Un archivo de memoria le permite grabar caminos y regiones.

artificiales apenas guardan semejanza con su modelo de la naturaleza, ya que en definitiva se trata sólo de operaciones aritméticas. Pese a ello, los procesos observados en el cerebro humano susceptibles de ser representados mediante procedimientos gráficos permiten su transcripción en el cerebro de silicio. El proceder de los investigadores de Bamberg es el mismo que el aplicado por todo los modelistas: cuanto más parecido, tanto mejor.

En la investigación cerebral de la cognición los científicos se ocupan de aspectos concretos, relativos a la percepción o el procesamiento automático, por ejemplo. Otras veces, sin embargo, se dedican a temas más complejos y también abstractos, como el Yo o la Conciencia. Pero entre ambos extremos hay un hiato de múltiples niveles intermedios. Una teoría de la mente debe, por el contrario, revestir una gran complejidad y estar basada en un sistema jerárquico multicapa de diferentes componentes que interactúan entre sí y resultan en determinados fenómenos mentales.

MANUELA LENZEN, filósofa, reside en Bielefeld.

Bibliografía complementaria

DAS LEBEN VON PSI. D. Dörner *et al* en *Sozionik Aktuell*, vol. 1, n.º 2, págs. 48-83; 2001.

cientemente, entró en una cueva donde había nucleótidos virtuales necesarios para su existencia; se hallaban encerrados en guijarros que debía romper. Psi se puso manos a la obra, lo rompió todo, recogió los nucleótidos y se marchó. Pero tras caminar un par de metros dio media vuelta y se introdujo de nuevo en la cueva, como si pensara: ¿He olvidado algo? Este patrón de conducta no le había sido programado. Esta autonomía mostrada por los organismos virtuales es realmente deseada, a la vez que supone una paradoja para los científicos: cuanto más autonomía tiene un sistema, con tanto menor rigor realiza

su cometido, que no sólo es funcionar sino también permitir a los investigadores hacerse una idea de cómo funciona.

Modelo cerebral sobre procesadores

¿Puede asegurar Dörner haber encontrado con Psi la estructura del alma humana y no algo que se comporta de forma similar, pero es de naturaleza intrínsecamente distinta? No puede. En los procesadores de Psi debe crearse un modelo neuronal del cerebro humano capaz de describir nuestras percepciones y nuestro comportamiento. A primera vista sus neuronas

Neurobiología del aprendizaje aversivo gustativo

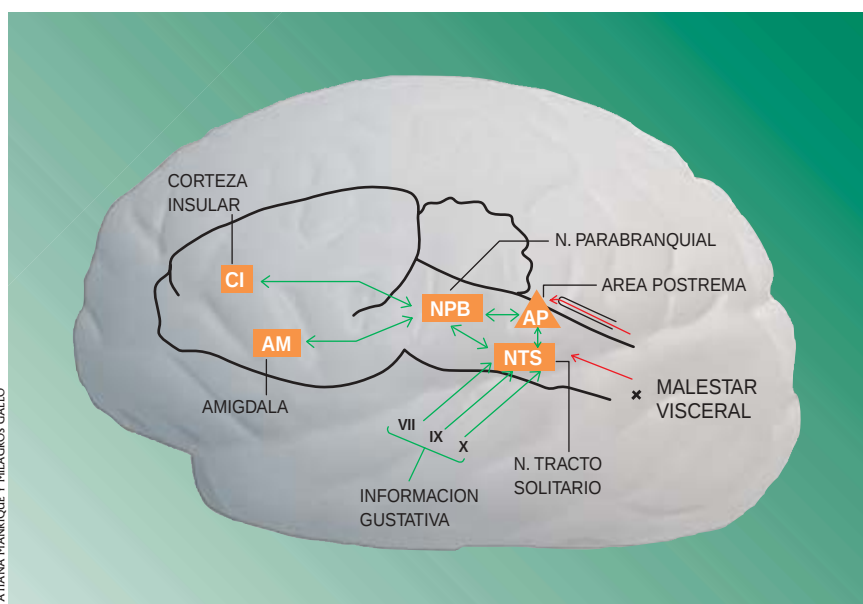
¿Por qué ciertos sabores nos resultan desagradables mientras que otros nos producen sensaciones placenteras? ¿Qué mecanismos cerebrales permiten aprender nuevas aversiones a los sabores?

Nuestro bienestar depende de la selección de una dieta adecuada que excluya sustancias nocivas para el organismo. Para distinguir las sustancias beneficiosas de las perjudiciales nos valemos del sentido del gusto. Pero el

olor adquiere también especial relevancia cuando se presenta en combinación con información gustativa dando lugar a lo que denominamos “sabor”.

A lo largo de la evolución se han venido desarrollando preferencias por los sabo-

res dulce y salado, propios de los hidratos de carbono y sales minerales necesarios para el organismo. Los sabores amargo y ácido, que suelen ir asociados a venenos y alimentos en mal estado, tienden a resultar desagradables. Sin embargo, cada indi-



CIRCUITO BÁSICO del aprendizaje aversivo gustativo.

viduo desarrolla su propio repertorio de preferencias y aversiones en el curso de la vida. Comenzó a forjarse en la etapa fetal y continúa enriqueciéndose hasta edades avanzadas, gracias a diversos procesos de aprendizaje gustativo.

Entre tales procesos, la adquisición de aversiones gustativas representa un tipo de aprendizaje de especial interés, pues permite establecer en un solo ensayo asociaciones selectivas entre el sabor de lo que hemos comido o bebido y efectos nocivos que no se manifiestan de forma inmediata. Se produce siempre que la ingestión de un sabor desconocido vaya seguida de malestar gastrointestinal, que, a su vez, suele ir acompañado de náuseas y vómitos. Ante esa experiencia, el sabor se convierte en desagradable y es rechazado en posteriores ocasiones, protegiendo de sustancias nocivas al organismo.

Pionero en la investigación de tales asociaciones fue John García, de la Universidad de California. Experimentando con ratas, en los años cincuenta y sesenta del siglo pasado, las conclusiones a que llegó pusieron en tela de juicio los principios generales del aprendizaje tal y como eran postulados en la época: contigüidad temporal, ensayos repetidos y equipotencialidad de los eventos a asociar.

La controversia desencadenada a raíz de los hallazgos de García estimuló la investigación experimental de los mecanismos cerebrales implicados en ese tipo de aprendizaje. En España, a finales de los setenta, Amadeo Puerto, hoy en la Universidad de Granada, inició una línea

de trabajo que ha sido continuada por varias generaciones de psicobiólogos.

El cerebro muestra una sorprendente capacidad para asociar sensaciones de malestar gastrointestinal con sabores, una facultad menos evidente cuando se trata de otras modalidades sensoriales. Basta que el malestar visceral se produzca después de haber probado un sabor desconocido en una sola ocasión para que se desarrolle una intensa aversión gustativa. Tras ese fenómeno podría hallarse la estrecha relación anatómica entre los sistemas sensoriales implicados. En efecto, las vías cerebrales que procesan la información gustativa y visceral se superponen desde el primer nivel de relevo sensorial.

Este tipo de aprendizaje lo observamos en toda la escala filogenética, así como en etapas precoces del desarrollo ontogenético del individuo. Se trata, pues, de un mecanismo asociativo de carácter primitivo; tesis que no se debilita porque los cerebros menos desarrollados no soporten largas dilaciones entre los estímulos. Las pruebas obtenidas en roedores sobre sus bases cerebrales por diversos laboratorios, incluido el nuestro, han permitido situar el *locus* asociativo básico en el área parabraquial, segundo relevo de información gustativa y visceral. Esa estructura se halla en el tronco cerebral, una de las subdivisiones más antiguas del encéfalo.

En experimentos con ratas, la inactivación reversible del área parabraquial después de la sesión de condicionamiento impide la formación de aversiones

gustativas, tanto si el malestar ha sido inducido mediante inyecciones de cloruro de litio como si ha sido provocado por rotación corporal, sin que se haya interrumpido el procesamiento gustativo, visceral o ambos.

Sin embargo, la capacidad de establecer asociaciones gustativo-visceral no puede explicarse exclusivamente por convergencia anatómica en la zona asociativa cuando median minutos, e incluso horas en condiciones óptimas, entre el sabor y el malestar visceral. Se requieren mecanismos de memoria gustativa que permitan la existencia de convergencia temporal, además de anatómica.

Al parecer, las conexiones recíprocas directas de la corteza insular gustativa y la amígdala con el área parabraquial añaden nuevas posibilidades de memoria y posibilitan un procesamiento más complejo de los estímulos a asociar. A su vez, este circuito neural especializado se beneficia de la interacción con sistemas generales de aprendizaje y memoria; en particular, tales sistemas intervienen en la formación de aversiones moderadas en la vida cotidiana, cuando se trata de sabores conocidos y no aparecen aislados, sino en complejas combinaciones. En estos casos la experiencia adquirida modula la adquisición de nuevas aversiones.

Aunque el hipocampo dorsal no forma parte del circuito básico necesario para adquirir aversiones gustativas, podría participar en la modulación del aprendizaje aversivo gustativo relacionado con la experiencia previa y las condiciones ambientales. A diferencia del aprendizaje aversivo gustativo básico, algunas de estas funciones decaen con la edad. Nuestra investigación ha demostrado que pueden ser restablecidas en ratas de edad avanzada o que han sufrido daño hipocampal mediante trasplantes de tejido precursor hipocampal embrionario.

En conjunto, los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, junto a M.^a Angeles Ballesteros, Ignacio Morón y Andrés Molero, sugieren que el aprendizaje aversivo gustativo podría constituir un modelo privilegiado para estudiar la organización de los sistemas de aprendizaje y memoria. El complejo circuito neural del que depende la adquisición de aversiones a los sabores integra áreas cerebrales situadas en diferentes niveles de organización e interacciona con otros sistemas de memoria independientes.

TATIANA MANRIQUE y MILAGROS GALLO. Instituto de Neurociencias Federico Olóriz, Universidad de Granada.

Inteligencia emocional

Verdad y timo

Sólo excepcionalmente una idea proveniente de la psicología académica logra afianzarse en el lenguaje cotidiano. Este escollo lo ha superado con un éxito espectacular la inteligencia emocional, antes incluso de que se haya sometido a un examen crítico.

Igual que el clásico cociente intelectual (IQ), el ahora esgrimido “cociente de inteligencia emocional” (EQ) debe basarse en el saber, en nuestra capacidad de tratar con seguridad y comprensión a nuestro interlocutor o “comprender” correcta y rápidamente informaciones emocionales tales como expresiones de sentimientos ajenos. No tardó en formarse una montaña de características deseables de la personalidad: los individuos con un EQ alto tenían que ser flexibles, también cumplidoras, fuertes, estables y demás caracteres de similar rango psicológico.

Moshe Zeidner y Richard D. Roberts han examinado todos los estudios existentes que analizan la idoneidad del EQ para considerarlo un método eficaz de orientación profesional, con un resultado paradójico: la minuciosa investigación otorga al modelo mental emocional una calificación de

incapacidad intelectual. Como termómetro del potencial profesional, el EQ es tan útil como leer el futuro en el poso del café.

Sólo un ejemplo entre muchos. Una investigación realizada con 224 gerentes de la mayor cadena británica de supermercados sólo pudo detectar una vinculación insignificante entre inteligencia emocional y competencia profesional. Pese a haber sido bombardeados durante seis meses con estrategias que fomentaban el EQ, los gerentes no habían mejorado sus dotes de mando. Como resumen Zeidner y Roberts, “los datos sólo nos permiten una conclusión: el entusiasmo sobre los posibles beneficios de la inteligencia emocional en la profesión es precipitado, si no mal dirigido”. Por tanto, “entre los criterios de selección de los aspirantes a un empleo no debería tenerse en cuenta el EQ”. En realidad, tampoco hay ningún motivo para aceptar que las idoneidades emocionales han de ir de la mano de los respectivos rasgos del carácter. Basta con imaginar a alguien como el tristemente célebre Hannibal Lecter, que pone su excepcional destreza en leer los sentimientos de los demás al servicio de su personalidad sádica.

Por otra parte, con muchos rasgos de inteligentes emocionales se dan, en determinadas circunstancias, graves desventajas. Zeidner y Roberts enumeran, entre otras, el espíritu conciliador, una característica de personas tolerantes y amables, que sólo manifiestan en un entorno de amigos y compañeros. En condiciones de intensas rivalidades, como se presentan en la vida profesional, los talentos desconsiderados suelen tener mejores resultados.

En el fondo, la afirmación de que la inteligencia emocional ayuda en el progreso profesional refleja, ante todo, un deseo o aspiración: las personas amables deberían triunfar, y no los desaprensivos arribistas. ¡Ojalá fuera verdad! Por otra parte, muchos cursillos para incrementar el EQ que se promocionan agresivamente en Internet son puro curanderismo. Todo el proyecto de la inteligencia emocional parecería mucho más convincente, si su comercialización no apuntara tan manifiestamente a la estupidez humana.

ROLF DEGEN

No sólo para narcisistas

Las operaciones de cirugía estética aportan más de lo que sus detractores quieren reconocer

Quienes se oponen a la cirugía estética suelen aducir que las personas que acuden a ella son neuróticas y narcisistas, que huyen de los problemas reales y más profundos. Se esgrime también que tales intervenciones restan dignidad a la mujer al convertir el cuerpo femenino en un objeto esculpido por la fantasía masculina, al tiempo que alimentan ideales no realistas y comportamientos enfermizos entre la juventud.

Sin embargo, se trata de declaraciones carentes de base científica. Cuando los investigadores comenzaron a estudiar el perfil de los interesados en las operaciones de estética mediante los tests correspondientes, se desvaneció la caricatura del narcisista traumatizado. El deseo de someterse a una operación de cirugía estética no tiene como

detonante un complejo personal no superado, expone David Sarwer, de la Universidad de Pennsylvania. La mayoría de los pacientes son personas muy normales, activas y con motivos suficientes para mejorar su aspecto externo, pese a los riesgos y efectos secundarios que ello conlleva.

La “dismorfofobia”, enfermedad mental que radica en sentirse feo, no influiría aquí. Según Wolfgang Mühlbauer, de la unidad de cirugía plástica del hospital Bogenhausen, en Múnich, sólo un uno por ciento de sus pacientes de treinta años estaría afectado por esta alteración.

El grueso de los pacientes expresa un alto grado de satisfacción tras la intervención. Más aún. El sentimiento de felicidad se extiende por un tiempo excepcionalmente amplio. Una investigación de fina-

les de los noventa, acometida por Shane Frederick y George Loewenstein, de la Universidad Carnegie Mellon, reveló que el porcentaje de satisfacción seis meses después de la operación era del 70, mientras que tras cuatro años era del 85.

El tipo de bienestar derivado del resultado de una operación de cosmética se diferencia significativamente de muchas otras alegrías de la vida. Los humanos revelamos una gran facilidad para acostumbrarnos rápidamente a una mejora de nuestra situación y asumirla como evidente; pero existe algo en las operaciones de cirugía estética que actúa de freno de esta “adaptación hedonista” y genera una felicidad duradera.

ROLF DEGEN

Creatividad

Las ideas innovadoras son el resultado de un complicado proceso cognitivo, cuyo mecanismo van descifrando neurólogos y psicólogos

Ulrich Kraft

Si nos atenemos a la definición al uso, llamaremos creatividad (del latín *creatio* = creación) a la capacidad de pensar más allá de las ideas admitidas, combinando de forma original conocimientos ya adquiridos. Dirk, mi vecino de despacho, posee ese don envidiable. Trabaja ahora en una campaña publicitaria para un nuevo modelo de automóvil. A un ritmo de uno cada media hora, traza bocetos originales, sugerentes; algunos bordean lo genial. Por mi parte, soy de los romos que andan siempre a la caza de una idea brillante, sin éxito. Tal vez mi cerebro no sea capaz de seguir los caminos que permiten ascender hasta mayores alturas del espíritu. ¿Qué tienen Picasso, Einstein, Goethe y mi colega Dirk de lo que yo carezco?

El misterio de los genios despertó el interés de la ciencia ya a principios del siglo XIX. A la vista de la forma, los surcos, las circunvoluciones y el peso del cerebro, Franz Joseph Gall (1758-1828) se convenció de que la mente creativa debía reflejarse en algún lugar del encéfalo. Pero erró en su hipótesis. Los frenólogos que le siguieron tampoco encontraron la sede de la genialidad.

Cuestión candente

Doscientos años después, la creatividad ha vuelto a un primer plano. Dirigentes de la economía y de la política reclaman soluciones imaginativas para el desempleo masivo, el colapso del sistema de pensiones y problemas sociales afines. Las empresas demandan profesionales innovadores. En el ámbito académico, la psicología comienza a prestar particular atención a esa capacidad creadora, a la postre una de las cualidades identitarias de la naturaleza humana.

Desde el dominio del fuego hasta el descubrimiento de la penicilina o de la fisión del núcleo atómico, pasando por la invención de la rueda y la imprenta, todo nuestro desarrollo evolutivo ha sido posible gracias a una incesante sucesión de

chispazos creativos de la mente humana ¿Y de dónde surgen todas estas ideas?

Del cerebro. Por eso, los neurólogos aportan su colaboración con el recurso a nuevas técnicas; así, la tomografía por resonancia magnética funcional (TRMf) o la electroencefalografía (EEG). Se intenta



1. ¡VUELA, PENSAMIENTO, VUELA!

Con algunos trucos elementales cualquiera puede dar alas a su creatividad.



descubrir entre la maraña de centenares de miles de millones de células el punto del cerebro donde salta la chispa de la inspiración y por qué a algunos les resulta tan fácil expresar ideas geniales. A su vez, mediante el estudio de pacientes que después de una lesión cerebral desarrollan un extraordinario talento o pierden el que tenían, se logra también una valiosa información sobre los mecanismos del proceso creativo.

Lo mismo que otros procesos cognitivos, el pensamiento creativo sigue determinadas reglas. A través de unas adecuadas modificaciones en las propias aptitudes y, con el concurso de ciertas condiciones ambientales, pueden establecerse las premisas necesarias para conseguir un máximo rendimiento del potencial creativo. No todos los investigadores, sin embargo, aceptan ese postulado. Sí parece cierto que entran en juego factores decisivos: curiosidad, capacidad de asombro, ilusión, voluntad de derribar barreras mentales y confianza en las propias capacidades.

Steven M. Smith, cofundador del grupo de investigación sobre la cognición creativa de la Universidad A&M de Texas, sostiene que a la mayoría de los individuos les falta la confianza en sus propias posibilidades. “Tendemos a creer que sólo unos cuantos genios están en condiciones de aportar importantes contribuciones creativas, pero no es verdad”, expone. “El pensamiento creativo constituye la norma y se pone de manifiesto en todas las actividades mentales.” Cuiéndose a la facilidad con que continuamente pronunciamos nuevas frases coherentes a lo largo de una conversación, pone de relieve las posibilidades creadoras del cerebro.

Pensamiento convergente y pensamiento divergente

Ahora bien, ¿por qué el motor mental de la creatividad se halla en unas personas siempre al máximo de revoluciones, mientras que otras se afanan día tras día en busca de inspiración? En todo caso, no parece que la inteligencia, entendida en su sentido habitual, sea el factor decisivo. Lo recoge la historia. En la segunda guerra mundial, las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos convocaron plazas de pilotos de combate; se requería que los candidatos se hallaran en condiciones de adoptar medidas arriesgadas, incluso en situaciones de estrés; por ejemplo, no recurrir a accionar la catapulta del asiento si corrían peligro, sino encontrar una posible vía de salvarse a sí mismos y al avión. Al principio, se empleó, por método de selección, el clásico test de inteligencia. Mas pronto se dieron cuenta

los mandos militares de que con esa criba no discernían el prototipo de combatiente deseado. Resultaba evidente que un elevado cociente de inteligencia (IQ) no ayuda a solucionar problemas que exigen resoluciones inéditas.

A idéntica conclusión arribó Joy Paul Guilford (1897-1987). Este psicólogo observó que con ingeniosos tests puede medirse la inteligencia de un modo bastante fiable, pero el resultado no refleja las dotes cognitivas totales de la persona. A finales de los años cuarenta, desarrolló un modelo de inteligencia que sirvió de base a la moderna investigación en torno a la creatividad. En su núcleo, la hipótesis de Guilford distinguía entre pensamiento convergente y pensamiento divergente.

El pensamiento convergente se dirige hacia una sola posibilidad correcta en la solución de determinado problema. Pertenecen a este tipo los clásicos problemas escolares: “Pablo tiene dos manzanas más que Pedro, Pedro tiene el doble de manzanas que Juan, Juan tiene tantas manzanas como Ana y Francisco juntos... ¿Cuántas manzanas tiene Pedro?”. Basándonos en nuestros conocimientos previos de las reglas de cálculo intentamos ordenar la información que se nos da, la colocamos en una relación lógica y así llegamos al resultado correcto. Los tests del IQ ponen a prueba el pensamiento convergente. Se trata de buscar, con ayuda de la lógica, una solución que pueda comprobarse inequívocamente que es correcta o falsa.

La mente creativa se manifiesta de forma especial cuando, ante un problema, orilla el camino trillado y abre una senda nueva. En coherencia con ello, Guilford define la creatividad como la capacidad de “encontrar respuestas extraordinarias, asociadas y de largo alcance”. Aquí se requiere del pensamiento divergente que alumbra posibles soluciones. “En el pensamiento divergente se siguen caminos que van en diferentes direcciones. En la solución del problema se cambia de dirección en el momento en que sea necesario, llegando así a respuestas múltiples que pueden ser todas correctas y adecuadas”, explicaba en 1950.

Guilford se propuso establecer también la capacidad de pensamiento divergente basándose en tests psicológicos. Sin embargo, la búsqueda de un inequívoco test de creatividad cuantificable análogo al IQ ha resultado hasta ahora infructuosa. Ciertamente se dispone de algunos procedimientos, como el test de Torrance sobre el pensamiento creativo. Pero determinar en un caso concreto cuál de las muchas soluciones posibles se muestra particularmente creativa depende, en buena medida, del juicio personal del observador.

Notas características

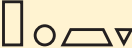
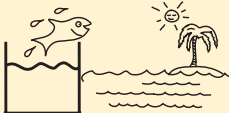
En el marco del nebuloso panorama que envuelve al concepto de pensamiento divergente se han definido seis notas características:

- **Flujo de ideas:** describe sobre todo el aspecto cuantitativo de la creatividad, el afloramiento de pensamientos, es decir, cuántas ideas, frases y asociaciones se le ocurren a uno ante un concepto dado.
- **Multiplicidad, flexibilidad:** el criterio consiste en encontrar el máximo número de soluciones diferentes; por ejemplo, ante la pregunta de qué puede hacerse con un periódico o con un clip.
- **Originalidad:** esta característica remite al aspecto cualitativo de la idea, es decir la capacidad de desarrollar posibilidades de solución que no se les haya ocurrido a los demás.
- **La elaboración** define la habilidad de no limitarse a formular una idea; debe desarrollarla y prepararla para su aplicación a la solución de un problema concreto.
- **Redefinición:** se trata de considerar de modo completamente diferente un planteamiento conocido. Por ejemplo, el hecho de que no nos caigamos al suelo no significa necesariamente que la Tierra sea un círculo plano. La solución de aspectos parciales de un problema ayuda a ver las cosas desde un punto de vista diferente.

Aunque algunos neurólogos se adhirieron a los planteamientos de Guilford, persiste abierta la cuestión de por qué el cerebro elabora dos formas de pensamiento tan dispares. ¿Significará que cada una de ellas surge de regiones cerebrales distintas? A pesar de no pretender encontrar la sede de la creatividad, los estudios de Roger Sperry provocaron un gran impacto en este campo. En su laboratorio del Instituto de Tecnología de California trabajó con pacientes de cerebro escindido: enfermos con epilepsia grave que no responden al tratamiento medicamentoso y han sido sometidos a una sección quirúrgica del cuerpo calloso, estructura que conecta ambos hemisferios cerebrales. Se evita así que las descargas neuronales incontroladas que se desencadenan durante el ataque epiléptico se propaguen a todo el cerebro.

División del trabajo

Sperry, junto con Michael Gazzaniga, sometieron estos pacientes a una serie de ingeniosos experimentos. Llegaron a un decisivo descubrimiento, que le valió al primero el Nobel de Medicina de 1981: los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo no procesan las mismas informaciones, sino que se reparten las tareas. El hemisferio iz-

IMAGENES INICIALES	SOLUCION	
	CREATIVA	POCO CREATIVA
PRODUCIR 	 MICKY MOUSE	 CADENA
COMBINAR 	 REY	 CARA
COMPLETAR 	 PEZ DE VACACIONES	 GORRO DE COCINERO

quierdo se encarga de los aspectos globales de la comunicación, procesa la información oída, así como la escrita y el lenguaje corporal. De la información no verbal se ocupa el hemisferio derecho, donde se procesan las imágenes, las melodías, las entonaciones, los rostros, así como informaciones espaciales y de la posición del propio cuerpo.

Las diferencias funcionales entre los dos hemisferios, idénticos en su apariencia externa, siguen siendo objeto de investigación científica. Las investigaciones realizadas en pacientes epilépticos confirman esta dicotomía. Las lesiones en el hemisferio izquierdo originan problemas en el habla. Pero si el daño afecta al hemisferio derecho, el habla queda prácticamente intacta; en cambio, los pacientes pierden el esquema corporal y la orientación espacial, se resiente su percepción musical y se degrada su talante creador (en campos muy diversos: pintura, música, poesía o habilidad ajedrecística).

Se ha venido comprobando, asimismo, que de cada una de las dos formas de pensamiento propuestas por Guilford se responsabilizan estructuras cerebrales distintas. Al hemisferio izquierdo corresponde el pensamiento convergente: trabaja de forma lógica, analítica y racional, y se fija en los detalles. Fracasa, sin embargo, en las relaciones abstractas de orden superior. Del pensamiento divergente, por el contrario, se encarga el hemisferio diestro, que procesa ocurrencias, fantasías e intuiciones, prefiere una forma holística de trabajo e integra en un todo los detalles del rompecabezas informativo.

Más que simples letras

Imaginemos que lee una poesía de fray Luis. El hemisferio izquierdo analiza la

secuencia de las letras, las articula en palabras y frases siguiendo las leyes de la lógica del lenguaje escrito, analiza si de la gramática y de la estructura de la frase se deduce un sentido y, por último, capta el contenido. El hemisferio derecho convierte la poesía en algo más que una mera sucesión de letras, conceptos y frases. Integra las informaciones en las ideas y representaciones propias, permite que se formen imágenes y reconoce un significado metafórico superior.

La curiosidad, el afán experimentador, la experiencia de sentirse defraudados, la disposición a asumir el riesgo, la flexibilidad mental, el pensamiento metafórico, el sentido artístico: todas estas capacidades desempeñan una función fundamental en el proceso mental creativo. De acuerdo con la mayoría de los neurólogos, hemos de agradecerse al hemisferio cerebral derecho.

¿Por qué, pues, la creatividad constituye un don escaso si todos tienen un hemisferio derecho y, en consecuencia, disponen de las premisas fundamentales necesarias para idear innovaciones sin cuento? Tal vez porque se hace mal uso de ellas. En la infancia la fuerza creativa no reconoce límites. Un par de objetos a su alcance y una buena dosis de fantasía transforman la mesa de la cocina y el viejo mantel en un castillo medieval, la aspiradora se metamorfosea en un corcel y la cuchara sirve de espada amenazadora. Los pedagogos denuncian que en los últimos tiempos se concede valor preferente a la resolución correcta de los problemas de clase, sin atender a su resolución imaginativa. Terminado ya el ciclo escolar, se le exigirá al joven cualidades del hemisferio izquierdo, es decir, un pensamiento lógico, dirigido

2. ¿SE PUEDE MEDIR LA FUERZA

CREATIVA? En el test de Torrance sobre el pensamiento creativo, que no utiliza el lenguaje, se han de combinar determinados elementos para formar nuevas imágenes o completarlas.

a una finalidad concreta, con habilidades matemáticas y talento lingüístico.

El cerebro se acostumbra así a seguir caminos trillados, en vez de romper barreras. Michael Michalko lo resume con las palabras siguientes: "Si se piensa siempre como se ha pensado siempre, se conservará siempre lo que siempre se ha conservado, las mismas viejas ideas". Si no se me vuelven a presentar ideas geniales puede deberse a que mi hemisferio izquierdo, dispuesto para la lógica, no permite actuar al lado contrario. A favor de esta tesis habla el extraordinario caso presentado hace cierto tiempo por Bruce L. Miller, de la Universidad de California en San Francisco.

Su paciente, de origen chino, era profesora de arte en un colegio. En su juventud pintaba cuadros realistas, sobre todo paisajes, en los que asociaba motivos occidentales con pinceladas asiáticas. En 1986, cumplidos los 43 años, empezó súbitamente a tener problemas con su trabajo. La calificación de los alumnos, la preparación de las clases, el desarrollo del plan de estudios, todas estas tareas que venía ejerciendo con plena normalidad, comenzaron a plantearle crecientes dificultades. Terminó por no poder recordar ni el nombre de los alumnos. Un decenio después, hubo de jubilarse prematuramente.

Se le diagnosticó demencia frontotemporal. Le afectó sobre todo al hemisferio izquierdo, como comprobó Miller. Esta forma de demencia, bastante rara, débese a una lesión selectiva de neuronas de los lóbulos temporal y frontal, es decir, las regiones cerebrales responsables del lenguaje y de la conducta social. En consecuencia, los enfermos no sólo padecen déficits cognitivos —pérdida de memoria—, sino que ven también mermadas sus capacidades sociales. Se vuelven introvertidos, se comportan de forma estereotipada y apenas tienen inhibiciones para transgredir las normas sociales.

Liberación de la energía creadora

Miller observó en la artista todos estos síntomas de conducta antisocial. Pero comprobó, además, en clamoroso contraste, que su energía creadora se desarrollaba sin inhibiciones. "Cuanto más se acentuaba la pérdida de sus facultades sociales y lingüísticas tanto más salvaje y liberada era su pintura", anotó. En sus últimas obras

abandonó el realismo por un estilo impresionista y abstracto, mucho más emotivo. Gracias a la enfermedad, la artista se había liberado de las ataduras formales de su obra pictórica. “El último lugar donde podría esperarse encontrar cualquier tipo de dote brillante es en el cerebro de una persona cuyas facultades mentales van desapareciendo como consecuencia de una demencia”, subrayó Miller sorprendido.

No se trata de un caso único. El neurólogo norteamericano identificó otros pacientes que en el marco de una demencia frontoparietal desarrollaron un sorprendente talento creativo, incluso entre quienes hasta entonces no habían mostrado interés por el arte. Cierta fabricante de bolsas, ajeno a cualquier tendencia artística, cambió su vestimenta conservadora por unos trajes chillones y empezó a pintar cuadros con pasión que incluso merecieron premios en concursos de arte. Otro varón, sin formación musical, se puso tras la lesión a componer piezas instrumentales. Un tercero inventó un refinado detector de productos químicos, en un momento de su enfermedad en que los tests de retención de palabras indicaban que sólo podía recordar una entre quince.

Apoyado en las técnicas de formación de imágenes, Miller comprobó que en

estos pacientes había una pérdida neuronal que afectaba sobre todo al hemisferio izquierdo. Unía a todos un creciente comportamiento insociable. “Sólo con la desaparición de las coacciones y la progresiva desinhibición fue posible el desarrollo de unas dotes adormecidas”, explica, mientras traza un paralelismo con los genios creativos de van Gogh y Goya, que ignoraron las normas sociales y dieron vida a unas ideas creativas heterodoxas opuestas a las convencionales de su tiempo. La capacidad de superar las barreras sociales y cognitivas es una cualidad típica de los grandes artistas.

No todas las ideas fuera de lo común resultan ser geniales. Con bastante frecuencia los nuevos planteamientos no tienen nada que ver con el problema de que se trata, sino caen en lo absurdo. Las obras creativas se caracterizan por ser útiles, relevantes o eficaces. Deben vencer a los demás. Es lo que pasó con la lámpara de incandescencia de Thomas Alva Edison. Existen diversos criterios que permiten decidir si una nueva idea admite reputarse genial. Esta fase de valoración del proceso mental creativo está regida por el hemisferio izquierdo, pues recurre al pensamiento lógico.

Las ocurrencias instantáneas

También en el preámbulo de una ocurrencia creativa está presente un pensamiento creativo y con él la actuación del hemisferio izquierdo. Por regla general los espíritus creativos son expertos; se desenvuelven muy bien en su disciplina. Encontrarse con una idea genial sin haberse antes ocupado intensamente del tema no es algo imposible, pero sí sumamente improbable. Antes de su genial fórmula $E = mc^2$, Einstein se había ocupado durante años de la teoría de la relatividad. Edison, con 1093 patentes registradas, cifra no igualada por nadie, confesó que “el genio supone un uno por ciento de inspiración y un 99 % de transpiración”.

Viaje mental hacia el descubrimiento

La fase de preparación, suelen reconocer los propios creativos, es fatigosa y puede llevar mucho tiempo. Una vez identificado el problema, hay que enfrentarse intensamente con él y plantearse desde todos los puntos de vista conocidos y también desde otros hasta entonces desconocidos. Uno de los secretos de la creatividad consiste en cambiar de perspectiva y ver las cosas en una nueva proyección. De nuevo

Puntos clave para el pensamiento creativo

Descubrir y admirarse: Las personas creativas conservan su espíritu investigador y su curiosidad infantil durante toda la vida. Importa replantearse una y otra vez incluso los conocimientos más afianzados.

Motivación: No todos los temas ni todas las actividades despiertan el mismo entusiasmo. En el pensamiento creativo hay un denominador común: romper barreras. La inspiración aparece cuando alguien se siente totalmente arrebatado por un tema. Conviene dejar claro qué se quiere hacer.

Ilusión y libertad de pensamiento: La rutina y la forma habitual de pensar se cuentan entre los mayores enemigos de la creatividad. Frases como “eso lo hemos hecho así siempre” anulan la innovación. Los principios también favorecen la rápida aparición de barreras mentales. La creatividad exige valor para superar estas trabas mentales y para considerar ideas que en principio parecían rechazables. En resumen la creatividad exige inconformismo.

Serenidad y distensión: Las personas creativas rara vez son hurañas. Sueñan despiertas y dejan suelta la mente. La tensión frena la obra creativa.



aparece una sólida preparación. Las soluciones inéditas surgen cuando se reestructuran una y otra vez los pensamientos, ocurrencias e ideas ya conocidos.

En la combinación de ideas abunda Steven M. Smith. En su opinión, tienen mayores posibilidades de éxito quienes consideran los conceptos desde ámbitos muy dispares. Por ejemplo, la asociación de la estructura del átomo con el sistema solar; lo que exige, por supuesto, hallarse impuesto en una y en otro. En este contexto, debemos a Shelley Carson, de la Universidad de Harvard, un hallazgo importante. Exploró a 25 estudiantes que habían destacado por su extraordinaria capacidad creativa (publicación de una novela, composición de una pieza musical, etcétera). Carson demostró que en el cerebro de estos estudiantes la

inhibición latente se manifestaba más débil que en sus compañeros menos creativos. Este mecanismo cognitivo desempeña una función de filtro. Mediante la inhibición latente, la ingente información proporcionada por los sentidos se filtra de suerte tal, que se descartan los datos que, de acuerdo con la experiencia, han demostrado resultar irrelevantes.

Puesto que la creatividad es la capacidad de asociar datos dispersos y enlazarlos en algo nuevo, una inhibición latente disminuida, tal como demuestran los estudiantes de Carson, supone un estímulo para el pensamiento creativo. En estas condiciones, el cerebro creativo recibe mayor cantidad de información para su procesamiento.

Contra la excesiva especialización

La especialización excesiva puede dificultar la creatividad. A menudo, para solucionar algunos problemas los expertos automatizan procesos hasta el extremo de resentirse la flexibilidad mental. Un matemático muy probablemente afrontará un difícil problema de forma analítica. Si no

alcanza la solución, quizá se encuentre en una aporía, en un callejón sin salida. En situaciones tales, lo indicado es abandonar, por inadecuado, ese método, al menos de momento.

La creatividad se ahoga también si se actúa bajo presión. Muchas disputas entre genios tienen lugar fuera del laboratorio, en contextos muy alejados del trabajo. Arquímedes estaba en la bañera cuando se le ocurrió el principio de flotabilidad. August Kekulé soñaba en serpientes que se mordían la cola: a la mañana siguiente llegó a la conclusión de que la estructura del benceno debía ser anular.

En la mayoría de las ocasiones los chispazos creativos se presentan en situaciones en que la mente se halla puesta en otros asuntos más triviales. Tiene su explicación: pese a que el problema que nos ocupa formalmente lo hemos dejado de lado, el cerebro sigue trabajando buscando una solución, sin que nos demos cuenta. A esta fase de fermentación, anterior al '¡ahá!', se la denomina incubación.

Se presume que en esta fase las conexiones asociativas entre ideas y planteamientos almacenados en la memoria van disminuyendo y van siendo reemplazadas por nuevas informaciones. Sin que nos demos cuenta del proceso, esa distensión y distanciamiento temporal nos permiten ver el problema desde un punto de vista diferente, nos ofrecen bases para un planteamiento alternativo y crean las premisas para una nueva y tal vez creativa solución.

De esta manera nuestro cerebro, por sí solo, supera el bloqueo mental en la fase de incubación. En cierto momento, una de las nuevas asociaciones supera el dintel de la consciencia y brota la idea genial. En el modelo de fases del pensamiento creativo, a ese instante se le conoce por iluminación. Los procesos que transcurren durante la fase de incubación permanecen en el inconsciente; por tanto, inmunes a toda influencia e instigación.

ULRICH KRAFT es médico.

Bibliografía complementaria

CREATIVITY AND THE MIND: DISCOVERING THE GENIUS WITHIN. T. Ward, S. Smith y R. Finke. Perseus Publishing, 1995.

KREATIVITÄT UND KOMPETENZ - DAS EINMALIGE GEHIRN. N. HERRMANN. Herich; Frankfurt, 1999.

DECREASED LATENT INHIBITION AS 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.

3. IRRUPCIÓN ORIGINAL. Producir algo nuevo a partir de cosas previamente conocidas: eso es creatividad. En ocasiones se encuentran puertas que abren insospechadas posibilidades.



Obsesión conspirativa

Algunas personas ven por doquier poderosas conspiraciones en acción: el mundo se transforma en un auténtico escenario de teatro. ¿Con qué argumentos se trenzan esas ilusiones conspirativas? ¿Por qué tienen tantos adeptos?

Thomas Grüter

En cuanto el aire circundante se enfría y se carga de humedad se forman nubes de condensación a la cola de los reactores en vuelo. Se trata de un simple fenómeno físico. ¿O no? Hay quien lo ve así: aviones militares camuflados expulsan gotículas que se propagan y que la población asocia acríticamente a nubes de condensación del aire. Pero no son nubes, sino veneno o sustancias esterilizantes. (El lector habrá advertido que hablamos de la teoría chemtrail sobre las líneas nublosas de condensación.)

Pero no hay pruebas irrefutables de ello. Nadie ha podido aislar ningún producto químico sospechoso de tales característi-

cas. Pese a ello, o precisamente por esa razón, numerosos sitios de Internet se dedican a prevenir sobre la difusión de tales patrañas. Sin embargo, no hay nada, por inverosímil que parezca, que no valga para explicar la existencia de una gran conspiración.

Las teorías conspirativas tienen una larga historia. ¿No fue John F. Kennedy víctima de un complot de la CIA? ¿Intervino la casa real británica en la muerte de la princesa Diana? Y el remate: existen poderes ocultos que pusieron en circulación leyendas conspirativas para desviar la atención del verdadero complot.

El advenimiento de Internet ha fomentado esa rumorología enfermiza. No sólo se sustrae a todo control, sino que, además, resulta casi nulo el gasto y el esfuerzo para

la publicación de textos y de imágenes. Desde la muerte por accidente de Diana de Gales, la Sociedad Británica de Radiodifusión ha identificado más de 36.000 sitios en la red que hacían circular las leyendas y mitificaciones correspondientes.

Ahora bien, ¿por qué piensa la gente en sustancias tóxicas desconocidas o en las causas “reales” de la muerte de personajes famosos? ¿Por qué reglas se rigen las figuras conspirativas? ¿Son sus promotores y partidarios unos dementes dotados

1. ¿TERROR ILUSORIO? En torno a sucesos de tan graves consecuencias como los atentados del 11 de septiembre se han venido acumulando, en rápida sucesión, un sinfín de leyendas carentes de base.

DPA



Creencia, leyenda y teoría: el arte de la conspiración

Se pueden adscribir la mayoría de las ideas sobre presuntas conjuras, en función de su complejidad, a uno de los siguientes grupos:

- Una creencia conspirativa es la suposición, más bien difusa, de la existencia de un grupo de personas, un pueblo o una organización tramando en secreto una maquinación perversa. Por ejemplo: “En realidad el mundo está dominado por consorcios internacionales y por sus cómplices adscritos a los servicios secretos occidentales”.
- Una leyenda conspirativa es la tergiversación de un acontecimiento en el sentido de la creencia en una conjura. En estos casos se puede adornar la leyenda con tintes más o menos oscuros. Así: “John Kennedy fue asesinado por la CIA porque era un obstáculo para determinadas operaciones secretas de la Agencia”.
- Una teoría conspirativa ensambla varias leyendas de confabulaciones en un panorama continuo. Declara a veces que una organización o grupo dirige el destino del mundo y que además está en condiciones de mentir a la opinión pública sobre estas cuestiones. También informa sobre el *modus operandi* y las causas del complot.

de una fantasía ilimitada o se esconde algo más detrás del fenómeno?

Al límite de la locura

La mayoría de los que creen en conspiraciones son personas equilibradas, aunque las fronteras con las perturbaciones mentales maniáticas puedan ser muy tenues. En psiquiatría, llámase “manía” a una apreciación del mundo real equivocada, a la que los afectados se aferran con certeza subjetiva. Las obsesiones maniáticas son incorregibles, es decir, no se pueden disolver ni con argumentos, ni con pruebas. Se presentan bajo formas diversas: en la manía interrelacional, el enfermo relaciona consigo mismo los acontecimientos, personas y cosas de su entorno. Cree que los objetos expuestos en el escaparate le están mirando o que cierto artículo del periódico está redactado pensando en su persona.

En el caso de manía persecutoria el paciente se siente espiado, vigilado o perseguido. El que sufre de manía interpretativa asigna a los acontecimientos aleatorios un significado personal. Cuando el enfermo construye con sus ideas una cosmovisión hecha a su medida, hablamos ya de manía sistemática.

Estas obsesiones van acompañadas de multitud de trastornos mentales y son a menudo difíciles de tratar, en particular si se hallan arraigadas. Muchas veces, el

terapeuta no puede juzgar si una idea que se presenta como obsesiva carece de fundamento real. Mas en ocasiones basta atenderse a la descripción e imperturbabilidad del paciente para deducir la existencia de una manía. Por último, no puede excluirse que la mujer sea infiel, que el paciente se

sienta presionado por sus compañeros de trabajo o que el otro socio de la empresa le está engañando.

Se conoce por “efecto Martha Mitchell” la atribución errónea de una ilusión delirante a una interpretación peculiar de la realidad. Martha Mitchell estaba casada con el que fue ministro de Justicia John Mitchell, acusado en octubre de 1972 de haber encargado la irrupción con robo en las oficinas de la campaña electoral del Partido Demócrata en el hotel Watergate, de Washington. La señora Mitchell declaró una y otra vez ante la prensa que su marido era el chivo expiatorio de unos hechos cuya responsabilidad directa recaía en el presidente Richard Nixon. Para contrarrestar sus palabras, la Casa Blanca difundió informaciones falsas sobre el supuesto alcoholismo y la mente “delirante” de la esposa del ministro. Cuando la verdad se abrió paso, tras la investigación del escándalo Watergate, se comprobó que las declaraciones de Martha Mitchell eran correctas y propias de una mente sana.

¿En qué radica, pues, el atractivo de las teorías conspirativas? ¿Por qué creen algunos que el mundo está regido por extraterrestres camuflados de humanos y otros barajan la posibilidad de que tras los

PICTURE PRESS



2. PRISIONERO DE LAS MANIAS.

En la película *Una mente maravillosa* (2001) el matemático esquizofrénico John Nash, protagonizado por Russell Crowe, extrae mensajes secretos de la prensa amarilla.



3. PIEZA DIDACTICA DEL ESBIRRO. A mediados del siglo pasado, el senador McCarthy (a la derecha) presentaba el “peligro rojo” por doquier y luchaba enconadamente por una América “libre de comunistas”.

atentados del 11 de septiembre de 2001 estaba el gobierno de los EE.UU.?

Ideas tan disparatadas prenden si caen en suelo abonado para prejuicios dominantes. Cuando confirman una sospecha que la población alberga desde hace tiempo, se multiplica el número de adeptos. Un ejemplo de especial maldad nos lo ofrece la leyenda alimentada desde la Edad Media con el infundio de que los judíos sacrificaban niños cristianos en rituales esotéricos.

El mito se remonta a la obra del británico Thomas de Monmouth. En su libro *Vida y milagros de San Guillermo de Norwich*, escrita en 1173, relata la muerte de un muchacho de doce años en un sacrificio ritual de los hebreos. La leyenda persistió, coloreada, hasta muy entrado el siglo XIX. Algunos panfletos antisemitas como *El judío del Talmud*, publicado por August Rohling en 1871, confirieron a la leyenda un barniz pseudocientífico.

Círculo vicioso de los prejuicios

Las teorías conspirativas se basan en prejuicios y supersticiones, que, a su vez, imprimen credibilidad a la conspiración.

En este círculo vicioso, donde se pierde cualquier referencia plausible, radica uno de los peligros de la aceptación de la conspiración. Otro riesgo estriba en la simplicidad del mensaje transmitido: pase lo que pase, siempre hay en la sombra un poder maligno.

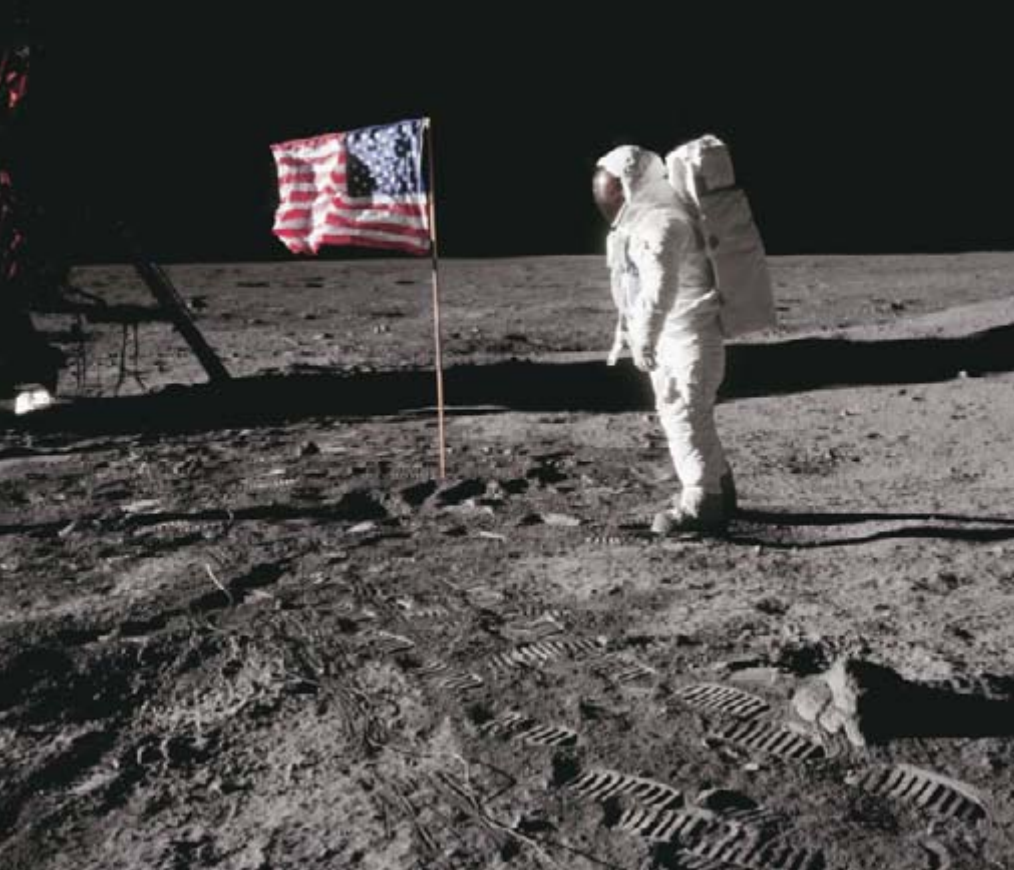
Dietrich Dörner, de la Universidad de Bamberg, ha investigado el pensamiento estratégico en situaciones complejas. Sostiene que el hombre tiende a simplificar las circunstancias complicadas y a reducirlas, si puede, a una sola causa. De ese modo ordena el caos, al tiempo que el mundo resulta más comprensible. En cuanto uno cree saber cómo funciona determinado asunto, se aferra a esa creencia. La aceptación de una conspiración, maquinada por una poderosa organización, radica en una óptica unidimensional: existe una cadena lineal de consecuencias que va de las causas a los efectos. No caben casualidades ni ambigüedades, pues los planes de los hombres tenebrosos triunfan siempre.

Ted Goertzel, de la Universidad de Rutgers, investigó las causas de por qué se toman al pie de la letra incluso las historias más espeluznantes o se muestra interés

al menos por ellas. En 1994 desarrolló el siguiente ensayo experimental. Leía diez leyendas conspirativas a los participantes en el mismo; a continuación, les preguntaba cuál de ellas consideraban más plausible. La mayoría consideraba acertada al menos una de las conspiraciones; muchos daban por seguras más de una. La mitad de ellos asentían a la afirmación de que los japoneses se habían conjurado para arruinar la economía norteamericana.

El estudio de Goertzel evidenciaba que la creencia en las conspiraciones tiene más aceptación entre las personas descontentas que entre las satisfechas. Los más crédulos tendían a desconfiar en los políticos y los gobernantes, algo aplicable especialmente a los miembros de minorías sociales o étnicas. Así, por ejemplo, un gran número de los negros estadounidenses encuestados se mostraba convencido de que el gobierno de los EE.UU. producía el virus del sida en laboratorios secretos y había infectado con él intencionadamente a ciudadanos negros.

El ejemplo ilustra muy bien cómo ciertos acontecimientos se pueden convertir en el germen de una teoría conspirativa. En 1932 se inició en la ciudad de Tuskegee, del estado de Alabama, un estudio en el que se abusó de unos 400 negros afectados de sífilis para utilizarlos como



4. EL VIAJE A LA LUNA. Si el satélite de la Tierra no tiene atmósfera, ¿por qué ondea al viento la bandera de rayas y estrellas? Es una pregunta que se hace más de un escéptico.

gos declarados de monárquicos y nacionalistas en el siglo XIX y comienzos del XX.

Cabezas envenenadas

Desde el principio, se albergaron serias dudas sobre la autenticidad de lo relatado en los *Protocolos*, lo que frenó, sin embargo, su difusión. Los argumentos embaucadores reforzaban, paradójicamente, la creencia en una “conjura mundial judía”. El panfleto se fue multiplicando en variantes cada vez más refinadas en su antisemitismo. Terminó por convertirse en catecismo de la ideología nazi: en 1935 constituía lectura obligatoria en las escuelas alemanas. Hoy, ese género literario se halla muy extendido en los países árabes, donde envenena las mentes de sus lectores.

Las teorías conspirativas proporcionan a los maquinadores políticos la justificación de proceder contra sus rivales, sin importar los medios empleados. La tristemente celebre comisión McCarthy buscaba, en los años cincuenta, comunistas encubiertos por todos los rincones de los Estados Unidos. Y, naturalmente, los encontró: para culpabilizar a un sospechoso bastaba con una denuncia o incluso la negativa a inculpar a otros. En aquella ocasión perdieron su puesto de trabajo unas 10.000 personas, con acusaciones falsas y en parte forzadas por chantaje. Los defensores de la tesis de una omnipresente amenaza comunista se vieron brillantemente confirmados en su trabajo, pero sucumbieron a un autoengaño. Por ironía de la historia, el partido comunista de los EE.UU. sí redactó informes para la Unión Soviética, pero la red que tejó permaneció indemne.

Los dictadores y los tiranos inventan sin cesar nuevas conjuras contra sus regímenes totalitarios para rodearse de seguidores fanáticos. Se refleja, por ejemplo, en los comités socialistas de barrio que deben vigilar y delatar cualquier enemigo del “pueblo”. Así justifican los dictadores su aparato represor. Los objetivos de los “conspiradores” están perfectamente definidos: se proponen sabotear en todo momento los planes del gobierno. A los ojos de sus seguidores, el “comandante” o “el secretario general del partido” actúan siempre correctamente; por tanto, todos los problemas de la economía y contratiempos de la política se deben sólo a los conspiradores. En breve, los totalitarismos constituyen el terreno abonado ideal

conejillos de Indias. Los médicos que les reconocieron les comunicaron sólo que padecían de “mala sangre” (una expresión usual por entonces en aquella región para designar distintas enfermedades, desde la anemia hasta el síndrome de agotamiento crónico). Para animarles a participar en el ensayo, los médicos les ofrecían a cambio un tratamiento gratuito y las costas de su inhumación. En realidad lo que pretendían los investigadores del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC, en su acrónimo inglés) era estudiar en los pacientes el curso seguido hasta la muerte por una sífilis sin tratar. La investigación continuó incluso tras la aparición en el año 1947 de la penicilina, que hubiera podido curar a los afectados. Muchos de los participantes murieron, no sin antes haber contagiado a otros.

Raíces de la desconfianza

Jean Heller descubrió en 1972 las oscuras manipulaciones del CDC. Tres meses más tarde las autoridades reconocieron la falta de ética de la investigación y ordenaron su interrupción. Un tribunal impuso un pago compensatorio de nueve millones de dólares, así como asistencia sanitaria gratuita para los afectados y sus familias. Pero no se encausó a ninguno de los responsables. Años más tarde, en 1997, el presidente Bill Clinton se disculpó oficialmente ante los ocho últimos supervivientes del estudio de Tuskegee.

¿Qué relación guarda el caso con el sida? A raíz de los hechos expuestos,

buena parte de la población negra muestra una profunda desconfianza frente al CDC, organismo que tiene hoy día la competencia en la lucha y prevención del sida. Esa reticencia explica la sorprendente aceptación de la teoría conspirativa del síndrome de inmunodeficiencia adquirida entre la población negra estadounidense.

Para que una teoría conspirativa prenda, no se requiere, sin embargo, partir de un acontecimiento real. A veces bastan sucesos inventados, siempre que se presenten como creíbles. De ahí su instrumentalización política. Hay que difamar como malos y conspiradores a los enemigos del propio partido o del grupo de poder. La historia de la humanidad está plagada de ejemplos en que la clase dominante acusa a sus antagonistas de conspiradores y les atribuyen atrocidades sin cuento. Recuérdese al emperador Nerón, que recurrió a este medio de agitación política y propagó el infundio de que los cristianos habían prendido fuego a Roma. En la Edad Media, las persecuciones contra los judíos se vieron precedidas de las acusaciones más disparatadas.

La casuística nos ofrece un relato terrible, por su eficacia y maldad, en los *Protocolos de los sabios de Sion*. Este escrito —que se supone nació en el entorno del servicio secreto zarista, en 1897— denunciaba una conjura mundial de judíos y masones. En este documento repleto de falsedades se culpaba a unos y otros de la Revolución Francesa y de la creación del socialismo y del anarquismo: los enemi-

Herejía planificada

En “El péndulo de Foucault” Umberto Eco parodia a los promotores de teorías conspiratorias. La trama básica de la novela se desarrolla en la casa editorial Manuzio, cuyo propietario obtiene grandes beneficios del empeño investigador de sus autores y se hace pagar caro cada una de sus publicaciones. Tres lectores aburridos, partiendo de abstrusas leyendas conspirativas, se montan laboriosamente una teoría propia, animados por el amor propio de superar incluso las ideas más desquiciadas.

El que quiera iniciarse en este arte debe procurar atenerse a las siguientes nueve recomendaciones.

- Dudar de la acción de la casualidad en el mundo, en particular cuando se trata de una catástrofe. Rechazar todas las explicaciones que hasta ahora hayan sido válidas.

- Otorgar sentido a acontecimientos, signos o declaraciones aparentemente inconexos.
- Definir a un adversario.
- Develar intenciones aviesas, cuanto más generales, mejor.
- Desacreditar a cargos públicos, políticos y autoridades como tontos o infiltrados por el adversario.
- Fundar un “club de los iniciados” y remitirse a él para aprehender sus tesis.
- Protegerse de fuentes de información alternativas y declararlas falsas o manipuladas por el enemigo.
- Precaver de la amenaza de más fechorías de los conjurados e insistir en la necesidad urgente de adoptar contramedidas.
- Exhortar a la vigilancia, colaboración o donativos.

para las teorías conspirativas. Más aún, las construyen incluso por “encargo oficial”.

Pero no sólo las dictaduras extraen beneficio de las teorías conspirativas. De ellas, algunos sacan también ventaja en las sociedades democráticas. Por botón de muestra, piénsese en el aluvión de libros que dicen recoger “declaraciones confidenciales”, tras los atentados del 11 de septiembre de 2001.

Un enjambre de autodenominados “entendidos” afirman sin rebozo que tras los atentados se esconde el servicio secreto norteamericano, la CIA. Cuestionan la versión oficial de los atentados por terroristas islámicos y —generalmente basándose en “expertos” anónimos consultados en Internet— contraponen a ella modelos de explicación del tenor siguiente: Por mando a distancia algunos agentes secretos habrían guiado los dos aviones contra las Torres Gemelas. Y como la violencia del choque no habría bastado para derribar las torres, se emplearon explosivos contra los pilares de sustentación.

La mayoría de estas hipótesis salpican sus relatos con operaciones clandestinas

de camuflaje refinadísimas. Para darles mayor aura de misterio, remiten a la marcha posterior de los acontecimientos. En ese contexto, el imperio norteamericano habría provocado el 11-S para legitimar sus ulteriores operaciones militares en el Oriente Medio.

Una característica distintiva del pensamiento conspirativo es la inversión de causa y efecto. Las consecuencias de acontecimientos contemporáneos —por ejemplo, “la guerra contra el terror” en reacción a los ataques contra las Torres Gemelas— se interpretan *a posteriori* como objetivos planificados desde hace mucho tiempo. Los teóricos de las conspiraciones no se sienten obligados a contrastar detenidamente la multiplicidad de factores que influyen en el desarrollo de tales acontecimientos. Ni piensan que la historia, bajo determinadas circunstancias, hubiera podido transcurrir de otra manera.

Leer los signos a cualquier precio

Los inventores de teorías conspirativas se refugian en su mundo de supuestos motivos y maquinaciones y se cierran el camino a cualquier otra salida: su prestigio depende de su capacidad para defender sus teorías, pese a los argumentos en contra. Sólo así pueden mantener la superioridad de su interpretación.

Al hombre le han atraído desde siempre los presagios, oráculos y malos augu-

rios. En la antigüedad, la supremacía de la casta sacerdotal radicaba en esa “fascinación por la interpretación de los signos”. Sólo los iniciados podían interpretar la voluntad de los dioses en las vísceras de los animales sacrificados. En nuestro mundo, otros visionarios han heredado su prestigio. Sherlock Holmes, arquetipo de detectives, podía aclarar un asesinato basándose en cabos sueltos. Los médicos tienen que deducir el estado interior de un paciente por los signos exteriores de una enfermedad y actuar en consecuencia. Los astrónomos calculan el principio y fin del mundo a partir de los fenómenos del firmamento.

El hecho de que las conspiraciones, por definición, se desarrollen en la oscuridad explica que sólo un iniciado pueda reconocer su alcance. Sólo él está en condiciones de interpretar de manera competente las sutiles huellas de una conspiración invisible. Lo cual le eleva a la posición de un profeta y satisface su necesidad emocional de autoestima. Y también puede contar con el asentimiento, si sus interpretaciones alimentan los prejuicios de muchas personas. Las teorías conspirativas revelan imágenes hostiles, miedos y prejuicios de sus seguidores. De ahí su persistencia en nuestros días.

THOMAS GRÜTER es médico.

Bibliografía complementaria

VERSCHWÖRUNGSTHEORIEN. Dirigido por U. Caumanns y M. Niendorf. Fibre; Osnabrück, 2001.

DIE LOGIK DES MISSLINGENS. STRATEGISCHES DENKEN IN KOMPLEXEN SITUATIONEN. Dietrich Dörner. Rowohlt; Reinbeck, 2003.



Déjà-vu

En alguna ocasión hemos experimentado la sensación difusa de haber vivido en un momento del pasado una situación a todas luces inédita. La psicología y la neurología se afanan por buscar la raíz de ese fenómeno enigmático de la memoria

Uwe Wolfradt

La experiencia del *déjà-vu* —una sensación difusa de haber vivido ya en otra ocasión una situación nueva— no es rara. La mayoría de las personas recuerdan un episodio así, por lo menos. Aunque tengamos una sensación muy familiar del episodio durante el *déjà-vu*, no podemos concretar el momento de la vivencia anterior.

Muchas personas sienten como irreal su propio cuerpo y el entorno en ese momento, a la manera de un sueño. Algunos añaden, además, que todo lo ven velado o desde una perspectiva extraña, de simple observador. Tampoco es rara la sensación de predecir con exactitud lo que sucederá en el siguiente momento. Y una y otra vez tiene uno la sensación de conocer lugares, pese a no haberlos visitado nunca. El fenómeno *déjà-vu* se considera desde siempre como un indicio de una vida anterior o de una reencarnación.

No es ninguna alucinación

Los científicos se preguntaban ya hace 100 años en qué consisten en realidad los fenómenos *déjà-vu*, cuándo y cómo aparecen. ¿Se trata acaso de percepciones paranormales, ilusiones inofensivas o incluso alteraciones neurológicas? El estu-

dio metódico se antoja difícil. El *déjà-vu* no se anuncia; algunas personas jamás lo viven y otras sólo lo experimentan rara vez. Los investigadores están, pues, obligados a basarse en los recuerdos de los probandos que refieren esta vivencia.

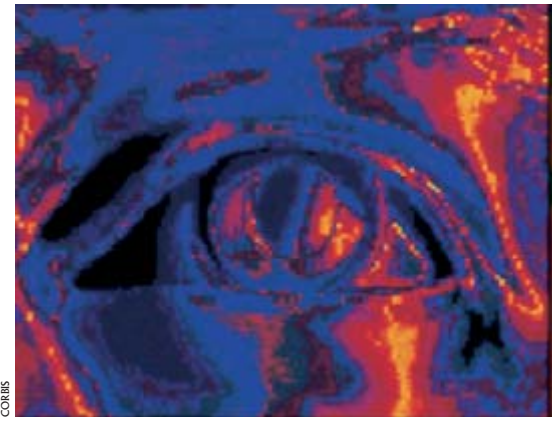
Al mismo tiempo, conviene separar este fenómeno de otros trastornos emparentados. Mientras que las alucinaciones constituyen percepciones sin ningún estímulo externo correspondiente, las imágenes del *déjà-vu* son siempre reales. La confusión obedece a que algo desconocido desencadena por un momento una sensación de familiaridad. Este fenómeno tampoco debe confundirse con el "*fausse reconnaissance*" (falso reconocimiento), que en un tiempo se consideró *déjà-vu*. El falso reconocimiento suele ocurrir durante una fase esquizofrénica y puede extenderse varias horas, en tanto que el *déjà-vu* dura unos segundos o minutos.

En el año 2003, los investigadores japoneses describieron un caso interesante, que guardaba una extraordinaria semejanza con el *déjà-vu*: un joven con epilepsia del lóbulo temporal estaba convencido de haber vivido repetidamente varios años de su vida, incluida su boda. De hecho, había cometido varias tentativas de suicidio para poner fin a esas repe-

ticiones. También este fenómeno difiere de las vivencias *déjà-vu* en un aspecto esencial: mientras que el sujeto se aferraba a la idea de haber vivido exactamente igual aquellas situaciones, la sensación de "eso ya lo conozco" del *déjà-vu* se antoja, por sí misma, una ilusión totalmente desmedida.

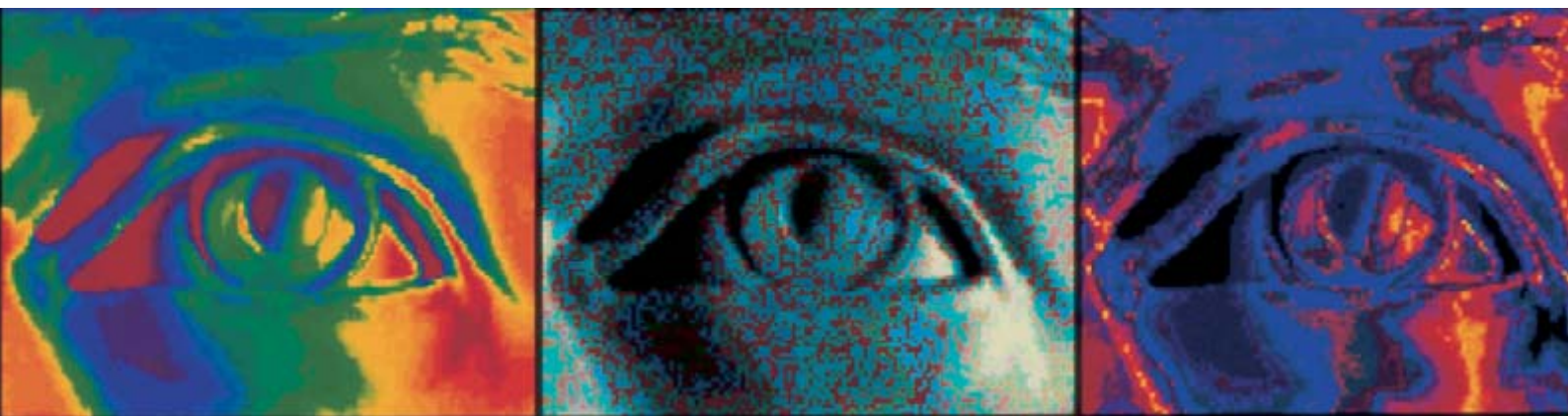
En nuestra encuesta de más de 220 estudiantes de la Universidad de Halle-Wittenberg, el 80 % señaló que durante el *déjà-vu* habían recordado de forma inconsciente un episodio que, ahora, se había difuminado de su memoria. Esta idea recuerda la tesis de Sigmund Freud: los *déjà-vu* se deben al deseo de recapitular episodios reprimidos, es decir, representan un mecanismo de defensa frente a las vivencias traumáticas.

Por fascinante que parezca esta interpretación, carece de base empírica. Pero la psicología cognitiva acude también a los procesos inconscientes para explicar el *déjà-vu*, en concreto a los de la memoria "implícita" o "no declarativa". Imagínese que ve un armario viejo en un mercado de artículos usados y que, por un instante, experimenta la sensación de haber vivido esa misma situación. De lo que usted se olvida es que, cuando era niño, sus abuelos tenían un armario muy parecido.



CORBIS





Una teoría de la psicología cognitiva reza que podemos sentir como familiares a personas, lugares o acontecimientos aun cuando hayamos vivido, en un momento anterior y en otro contexto, sólo un aspecto determinado de esa situación; por ejemplo, un olor característico. Este elemento aislado —que sin embargo olvidamos o que entonces sólo percibimos de forma inconsciente— desencadena una sensación de familiaridad que se traslada, por error, a toda la vivencia.

A defectos en la atención, con un procesamiento inconsciente de la información, se les responsabiliza también del *déjà-vu*. Mientras conducimos, nos concentramos en el tráfico; podemos ver que una anciana camina por la acera, pero no la observamos de forma consciente. Un instante después, hay que detenerse frente al semáforo y, entonces, hay tiempo para mirar con tranquilidad en derredor. En este momento, la anciana, que se desplaza con esfuerzo apoyada en su bastón, nos parece extrañamente familiar, pese a saber que jamás la habíamos visto.

Para expresarlo de una forma general, a la primera percepción distraída le sigue, de inmediato, una segunda con total atención. La información captada poco antes de forma inconsciente se interpreta luego falsamente como un recuerdo.

El efecto del inconsciente

Los estudios sobre la percepción subliminal apoyan empíricamente esta hipótesis. Larry L. Jacoby, hoy en la Universidad de Washington en San Luis, realizó en 1989 el ensayo siguiente: mostró a los probandos una palabra sobre una pantalla durante un tiempo tan corto, que no podían percibirla. Sin embargo, muchos voluntarios señalaron, luego de una presentación más extensa de la misma palabra, que ya la habían visto. Este procesamiento inconsciente de los estímulos subliminales permite elaborar con más rapidez estímulos posteriores parecidos; ese proceso de *priming* (preparación), así se llama, está muy bien estudiado.

Estas y otras hipótesis basadas en la falta de atención seducen sobre todo por su adaptación a las circunstancias que acompañan al *déjà-vu*. A comienzos del siglo pasado, Gerard Heymans efectuó un estudio con una muestra de 42 alumnos. Les pidió que rellenaran durante seis meses un breve cuestionario, inmediatamente después de una vivencia *déjà-vu*. Descubrió que las personas que padecían oscilaciones del ánimo, fases de apatía o tenían un trabajo con un horario irregular, presentaban más a menudo estas ilusiones de la memoria.

Muchos autores asocian también el *déjà-vu* con una actividad viajera intensa, un cansancio extremo y, en conjunto, una sobrecarga por estrés. En un estudio nuestro de la Universidad de Halle-Wit-

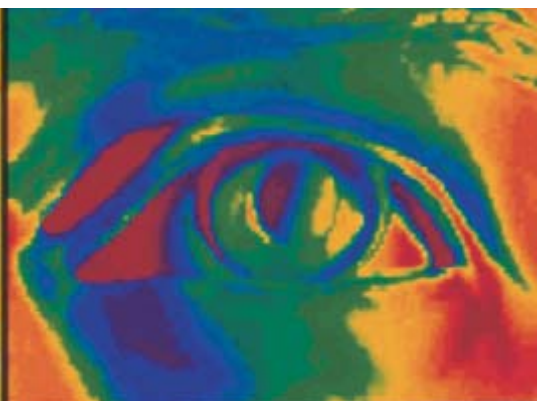
tenberg, la mayoría de los estudiantes —casi el 46 %— refería encontrarse relajada en el momento de la vivencia; un tercio calificó su estado como agitado. Es probable que el *déjà-vu* no se desencadene de inmediato en el momento de máxima tensión, con un exceso de vigilancia, sino después, cuando nos entra el cansancio y nos distendemos.

Sin embargo, cabe imaginar otras circunstancias en las que dejamos de percibir, por un momento, nuestro entorno de manera consciente. En una de nuestras investigaciones con más de 300 estudiantes comprobamos, por ejemplo, que el *déjà-vu* guarda una estrecha relación con la capacidad de sumergirse en fantasías e imaginaciones, también denominada absorción. De hecho, los *déjà-vu* se incluyen hoy entre los trastornos de la memoria, pero nada hace sospechar que las personas que las padecen a menudo sufran, por lo común, problemas de memoria.

Las bases neuronales de este fenómeno se conocen de modo fragmentario. Durante mucho tiempo se defendió la tesis de una transmisión neuronal demorada. Por supuesto, las informaciones ambientales procedentes de distintas vías que alcanzan los centros superiores de la corteza cerebral deben fusionarse en cada momento para dar una impresión uniforme. Así pues, entraría dentro de lo plausible que una demora en alguna de las vías de transmisión originara bastante confusión y pudiera incluso generar un *déjà-vu*.

Robert Efron, que trabajaba entonces en el Hospital de la Administración de Veteranos de Boston, llamó la atención en 1963 con una teoría muy detallista. Sus experimentos sobre la percepción temporal le llevaron a proponer que el hemisferio izquierdo, en concreto el lóbulo temporal, se ocupaba de la clasificación temporal de las impresiones aferentes. En este lugar se concentraban todas las imágenes que, con un intervalo de varios milisegundos, recibía el cerebro a través de las vías visuales:

1. SOLO DURANTE UN INSTANTE
del *déjà-vu* sentimos la ilusión
de saber exactamente qué sucederá
un momento después.



CORBIS



2. TIERRA VIRGEN CONOCIDA.

¿Cómo surge esa sensación vaga de reconocer un lugar que visitamos por primera vez? Durante mucho tiempo, los hombres creyeron ver en este fenómeno un signo de la transmigración de las almas y la reencarnación.

la primera estimulación provenía directamente del lado izquierdo y la segunda, con cierto rodeo, del hemisferio cerebral derecho. Si por algún motivo se retrasaba la información indirecta, el lóbulo temporal izquierdo detectaría la diferencia e interpretaría la escena como ya vivida, en el momento en que llegara la segunda impresión.

La conexión con la epilepsia

La idea fundamental de Efron sobre la doble percepción no ha podido ser hasta ahora refutada ni confirmada. No obstante, es evidente que el lóbulo temporal desempeña una misión decisiva. Así, algunos pacientes con una lesión de esta región cerebral refieren frecuentes vivencias de *déjà-vu*. Lo mismo sucede con algunos pacientes epilépticos, cuyo foco radica en el lóbulo temporal. Por eso, algunos investigadores sospecharon que los *déjà-vu* no eran sino minicrisis cerebrales.

La importancia del lóbulo temporal se desprende también de las primeras observaciones neuroquirúrgicas. Cuando el grupo dirigido por Wilder Penfield en Montreal procedió a la estimulación eléctrica del lóbulo temporal de sus pacientes epilépticos en 1959 —durante una operación con abertura craneal—, algunos de ellos refirieron experiencias del tipo *déjà-vu*. En 1994, Jean Bancaud y sus colaboradores del Centro Paul Broca de París comunicaron datos parecidos: en algunos pacientes, la estimulación de la parte lateral o medial del lóbulo temporal indujo “estados de ensueño”, entre ellos fenómenos de *déjà-vu*.

MAURITUS

RESUMEN

El concepto *déjà-vu* —“ya visto”— lo utilizó por primera vez Emile Boirac en el año 1876. Probablemente está tomado del poema “caleidoscopio” del escritor francés Paul Verlaine, quien no obstante empleó la expresión “*déjà-vecu*” [ya vivido]. En el año 1896, el médico F. L. Arnaud introdujo el “*déjà-vu*” como un término científico firme.

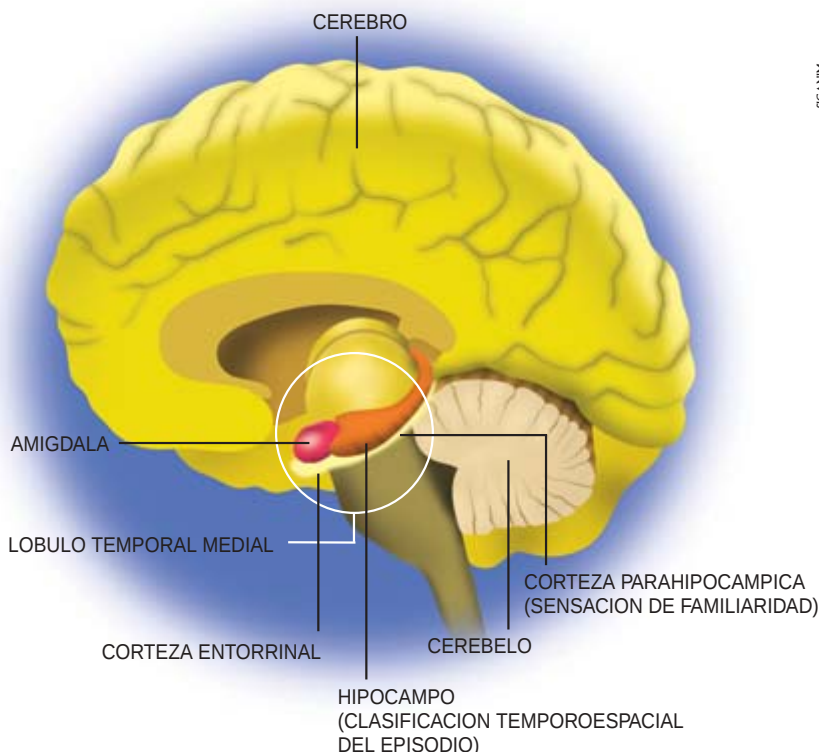
Los cálculos sobre el número de personas que presentan *déjà-vu* varían de un estudio a otro. De un 50 a un 90 % de los encuestados recuerdan un *déjà-vu*, al menos, a lo

largo de su vida. Así pues, este fenómeno constituye una de las denominadas paramnesias más comunes, entre las que se encuentran los trastornos de la memoria con recuerdos falsos, ilusiones y alucinaciones. No parece que la frecuencia varíe según el sexo. Con la edad, los fenómenos *déjà-vu* resultan cada vez más raros. Es posible que su frecuencia real disminuya con el envejecimiento, pero también que las personas mayores le presten menos atención o lo olviden con más facilidad.

3. REPARTO MALOGRADO DEL TRABAJO. Según una hipótesis reciente, la corteza parahipocámpica emite una sensación de familiaridad durante el *déjà-vu*, si bien el hipocampo no puede concretar el recuerdo.

Aunque quepa cuestionar la correspondencia real entre los *déjà-vu* artificiales y los naturales, estos datos resultan plausibles: en definitiva, la porción medial del lóbulo temporal interviene, como se ha demostrado, en la memoria declarativa, consciente. A esta región no sólo pertenece el hipocampo, con cuya ayuda percibimos los acontecimientos en forma de episodios que, posteriormente, se pueden reproducir en el cerebro como si de una película se tratara. También se encuentran las cortezas parahipocámpica, entorrinal y perirrinal, y las amígdalas; los neuroanatomistas engloban todas estas estructuras dentro de la parte medial del lóbulo temporal.

En 1997, John D. E. Gabrieli y su grupo, de la Universidad de Stanford, publicaron en *Science* los resultados obtenidos; según ellos, la corteza parahipocámpica y el hipocampo cumplen funciones de memoria diferentes: como el hipocampo facilita el recuerdo consciente de las vivencias, la circunvolución parahipocámpica



diferencia entre los estímulos familiares y extraños sin acudir necesariamente, para ello, a un recuerdo concreto. A partir de estos datos, Josef Spatt, del Instituto Ludwig Boltzmann de Viena, propuso en el año 2002 la hipótesis de que el fenómeno *déjà-vu* surgiría cuando la corteza parahipocámpica —sin la participación del hipocampo— perdiera la sensación de familiaridad. En ese momento, una escena instantánea podría percibirse como conocida, aunque no pudiera incardinarse correctamente en el tiempo.

En el propio fenómeno *déjà-vu* participan, con toda probabilidad, muchas

regiones cerebrales diferentes: los sentimientos intensos de despersonalización e irrealidad, así como la sensación temporal alterada, revelan procesos complejos de la conciencia. Durante el *déjà-vu* dudamos de la realidad en el transcurso de fracciones de segundo. Sin embargo, los neurocientíficos pueden obtener, a partir de estos pequeños errores, una impresión extraordinaria de los procesos de la conciencia. Es posible que el estudio continuado del *déjà-vu* ayude no sólo a aclarar cómo surgen las confusiones de la memoria, sino también a saber cómo el cerebro elabora una imagen continua de la realidad.

4. BUCLE SIN FIN. En la comedia “Atrapado en el tiempo” un meteorólogo desesperado se ve obligado a vivir siempre el mismo día. Sus tentativas repetidas de suicidio fracasan y, al día siguiente, todo sigue igual.



UWE WOLFRADT, docente del Instituto de Psicología de la Universidad Martin Lutero de Halle-Wittenberg, investiga entre otros los fenómenos de despersonalización y rememoración.

Bibliografía complementaria

DÉJÀ-VU-ERFAHRUNGEN: THEORETISCHE ANNAHMEN UND EMPIRISCHE BEFUNDE. U. Wolfradt en *Zeitschrift für Klinische Psychologie, Psychiatrie und Psychotherapie*, vol. 48, págs. 359-376; 2000.

DÉJÀ-VU: POSSIBLE PARAHIPOCAMPAL MECHANISMS. J. Spatt en *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, vol. 14, págs. 6-10; 2002.

A REVIEW OF THE DÉJÀ-VU EXPERIENCE. A.S. Brown en *Psychological Bulletin*, vol. 129, págs. 394-413; 2003.

Terapia centrada en la persona

Quien rompe una y otra vez a llorar sin motivo, o está permanentemente abatido, no suele entender la razón. La terapia centrada en la persona puede ayudar en estos casos a conocer mejor la vivencia propia y, en consecuencia, a modificarla

Jürgen Kriz

La señora Blázquez acude a la primera sesión de terapia acompañada de su marido. Probablemente, como ella confiesa, no lo habría hecho sola y eso por dos motivos. En primer lugar, hace ya algunas semanas que no sale de casa sin su marido o su hija. “Tengo mucho miedo a caerme en la calle”, se justifica. En segundo lugar, el ultimátum dado por su marido de romper el matrimonio ha influido decisivamente en que se sometiera a la terapia.

Los problemas de la señora Blázquez afloraron hace unos cuatro años. El desencadenante fue un accidente mortal de una amiga íntima, cuenta esta mujer de 44 años con voz monótona y llorosa. Con su pérdida sufrió lo indecible y se fue recluyendo en su casa y en su interior. Abandonó incluso su trabajo profesional, que realizaba desde su hogar. Apenas ha reunido el ánimo suficiente para ocuparse

de las labores domésticas. Ni ella misma se entiende, y eso le angustia.

Ha acudido ya a no menos de tres sesiones de diferentes psicoterapias, pero siempre las interrumpió al poco. No terminaban de satisfacerla. Así, en la primera terapia, basada en un enfoque psicoanalítico, salió a la luz una amenaza que todavía no ha podido procesar, debido a la suspensión del tratamiento. Esta se manifestó con toda crudeza al final de la primera sesión con el terapeuta, después de que preguntara: “¿Tengo que empezar a contar, como siempre, algo de mi vida anterior? Si es así, me voy”.

Cortó la terapia siguiente, de conducta, “porque no sentía ningún consuelo de su aflicción”. La exigencia de mayor colaboración en las tareas domésticas y la tarea de aprender a “controlar” mejor sus problemas las percibió la señora Blázquez como una negativa a su necesidad de hablar, al fin, con confianza con otra persona. Por último, un amigo le recomendó la terapia centrada en

la persona, pues “ahí todo es muy diferente”. Un juicio, en mi opinión, muy atinado. En última instancia, en toda psicoterapia intervienen el pasado biográfico del paciente y unas indicaciones claras de su quehacer terapéutico. Además, las distintas orientaciones terapéuticas comparten muchos aspectos. No obstante, para lograr la curación, el tipo de psicoterapia debe adaptarse al mal concreto del paciente y a sus propias ideas sobre la vida.

Una vida sin los colores del optimismo

En la terapia centrada en la persona, la relación entre paciente y psiquiatra adquiere una importancia especial, mayor que en otras variantes. Una buena relación terapéutica constituye, por una parte, una base sólida para el trabajo; éste puede adoptar entonces un carácter de confrontación y exigencia y transmitir, no obstante, seguridad y confianza al paciente. Por otra parte, la relación adquiere paulatinamente un ca-

Resumen de la terapia centrada en la persona

- La terapia centrada en la persona pone el acento del trabajo terapéutico en la vivencia actual del paciente. El ofrecimiento de una relación y elaboración específicas por el terapeuta aclara al paciente los sentimientos esenciales, incluidas las percepciones y valoraciones subyacentes y las conductas resultantes. Las fracciones extinguidas o escindidas de la vivencia, que producen alteraciones psíquicas, se abren a la conciencia para su modificación.
- La terapia centrada en la persona puede mejorar la imagen propia y la aceptación de la persona, reducir las tensiones internas, modificar los comportamientos patológicos resultantes y disminuir los síntomas psicósomáticos. La eficacia de esta terapia ha quedado demostrada frente a la depresión, la

angustia, los trastornos por estrés y las alteraciones psíquicas y sociales relacionadas con las enfermedades somáticas.

- La terapia centrada en la persona abarca de 40 a 50 horas repartidas a lo largo de un año. Los problemas perfectamente delimitados, como la angustia ante el examen, admiten resolución, sin embargo, en muy pocas sesiones.
- Un requisito imprescindible para el éxito de la terapia centrada en la persona es la disposición del paciente a explorar, de concierto con el terapeuta, los aspectos y fundamentos vivenciales de su mal. Además, el paciente debe ir percibiendo que el terapeuta le comprende y le acepta sin prejuicios. Si el paciente llega a ver un enemigo en el terapeuta, debe darse por fracasada dicha modalidad psiquiátrica.

1. EDUCACION EN LA TRISTEZA.

Quien de niño ha tenido que llorar, sin poder manifestar su ira, más adelante suele seguir esa pauta de conducta hasta el extremo de no experimentar ningún sentimiento de cólera.

rácter paradigmático que permite al paciente explorar su propia vivencia, al margen de clichés, menosprecios u optimismos; en una palabra, desnuda la relación del paciente consigo mismo. Así van cristalizando también las relaciones biográficas con los traumas anteriores, las historias vitales de ciertos comportamientos y determinaciones y las concepciones fundamentales de valor, que pueden someterse entonces a revisión crítica.

Esta relación tan importante para la terapia centrada en la persona requiere una actitud del terapeuta que se puede describir a través de tres conceptos: valoración sin prejuicios, comprensión y delicadeza, y congruencia.

El terapeuta no debe juzgar con prejuicios a sus pacientes. Reconocen éstos, en seguida y de modo inconsciente, si el terapeuta prefiere determinadas conductas y, entonces, dejan de otorgar valor a ciertas ideas y sentimientos. Para no perder la estimación y ayuda que todo hombre necesita para vivir, el paciente oculta estas impresiones y, al final, acaba por no percibir las. Así, en el curso de la terapia de la señora Blázquez se comprobó que apenas manifestaba enfado o irritación; en efecto, se había olvidado de sentirlos. En el mejor de los casos, estas reacciones negativas se manifestaban horas o incluso días más tarde.

En la medida en que el terapeuta se apresta a entender los sentimientos, los móviles y las valoraciones que manifiesta el paciente, le invita también a él a observarlos, explorarlos y darles importancia. En este sentido, el marco interno de relación es fundamental en la vivencia del paciente. Si cuenta, por ejemplo, que sintió tristeza en el concierto nocturno del día anterior, la sensación instantánea de vergüenza “porque le sucediera eso” cobra especial relevancia. La señora Blázquez era también cada vez más consciente de que se exigía demasiado, impulsada por el miedo a fracasar, y a que quizá podría perder el apoyo de otras personas, en particular de su marido. Pero precisamente esa exigencia constante y la tensión asociada motivaban, en última instancia, que su rendimiento decayera.

El terapeuta como espejo

Ambos aspectos —valoración sin prejuicios y comprensión con delicadeza— prefiguran, en el terapeuta, la percepción del



MAURITJUS

mayor número posible de sentimientos que le transmite el paciente en cada situación. La base estriba en la congruencia o autenticidad. Estas impresiones del terapeuta no deben venir influidas por su propia biografía, sino que han de reflejar el tipo y la naturaleza de las vivencias del paciente.

¿Cómo actúa un terapeuta centrado en la persona? Si observa con atención la percepción, los sentimientos, los pensamientos y la conducta momentáneas del paciente y le comunica lo que ha notado, revelará dónde y cómo “extingue” el paciente algunos aspectos de su vivencia. El

terapeuta debe guiar al paciente de modo que pueda reconocer mejor, en la sesión, sus propios sentimientos y las valoraciones, recuerdos y experiencias asociados. Por eso, trata en todo momento de confrontar a la señora Blázquez con su miedo a perder el apoyo de otras personas. ¿Acaso debe procurar la paciente estar a bien con todos y no cejar hasta que se derrumbe? ¿Qué pasaría, según sus temores, si en algún momento desatara su ira?

El terapeuta centrado en la persona invita siempre al paciente a examinarse a través de los significados emocionales de

sus declaraciones. Sin embargo, este tipo de terapia no tiene un carácter “dirigido”, puesto que el terapeuta se abstiene, en la medida de lo posible, de dar orientaciones de contenido, del tipo de deberes para casa, o propuestas concretas de prueba. La experiencia enseña que los pacientes elaboran por sí mismos estas iniciativas, a medida que van comprendiendo mejor su vivencia y los móviles de su comportamiento. El terapeuta centrado en la persona no aparece, pues, como un especialista en recomendaciones de conducta, sino como aquel que explora, de concierto con el paciente, la vivencia y las causas de su conducta.

Durante la exploración de los sentimientos y valoraciones importa considerar los antecedentes personales del paciente, pues repercuten también en la vida actual. Sin embargo, a diferencia de otros enfoques, la terapia centrada en la persona no parte directa ni selectivamente de la historia vital. Los aspectos esenciales suelen acudir a la conversación, en cuanto el paciente adquiere confianza con el procedimiento de trabajo y sus recuerdos dejan de angustiarle tanto.

Lamento y recompensa

Incluso la señora Blázquez comenzó a hablar, a las pocas sesiones, de escenas “pretéritas”, como si sus recelos iniciales hubieran desaparecido. No obstante, tampoco parecía darles ningún valor. Las vivencias del pasado afloraban espontáneas cada vez que quería aclarar alguna experiencia actual. (Así, de pequeña toda manifestación de ira era cortada de raíz, pues su madre consideraba esta conducta rebelde y reprochable y la castigaba con dureza. Por el contrario, el llanto y los lamentos los recompensaba con su atención. La señora Blázquez aprendió, con el paso del tiempo, este canon para asegurarse la ayuda de su madre.)

El procedimiento de la terapia centrada en la persona y el énfasis de la relación terapéutica puede parecer sencillo a primera vista. De aquí surge un malentendido muy extendido, según el cual esta terapia se aprende fácilmente: se basa en un procedimiento poco diferenciado, en una especie de “actitud básica” sobre la cual pueden erigirse después las demás modalidades de terapia.

En realidad, algunos de los conceptos esenciales de esta terapia adquirieron tal predicamento durante los años sesenta y setenta del siglo pasado, que se integraron

2. PERO, ¿QUE ME PASA? Esta pregunta se hacen, a menudo, las personas que se sienten constantemente abatidas, sin motivo, o angustiadas.



KEYSTONE

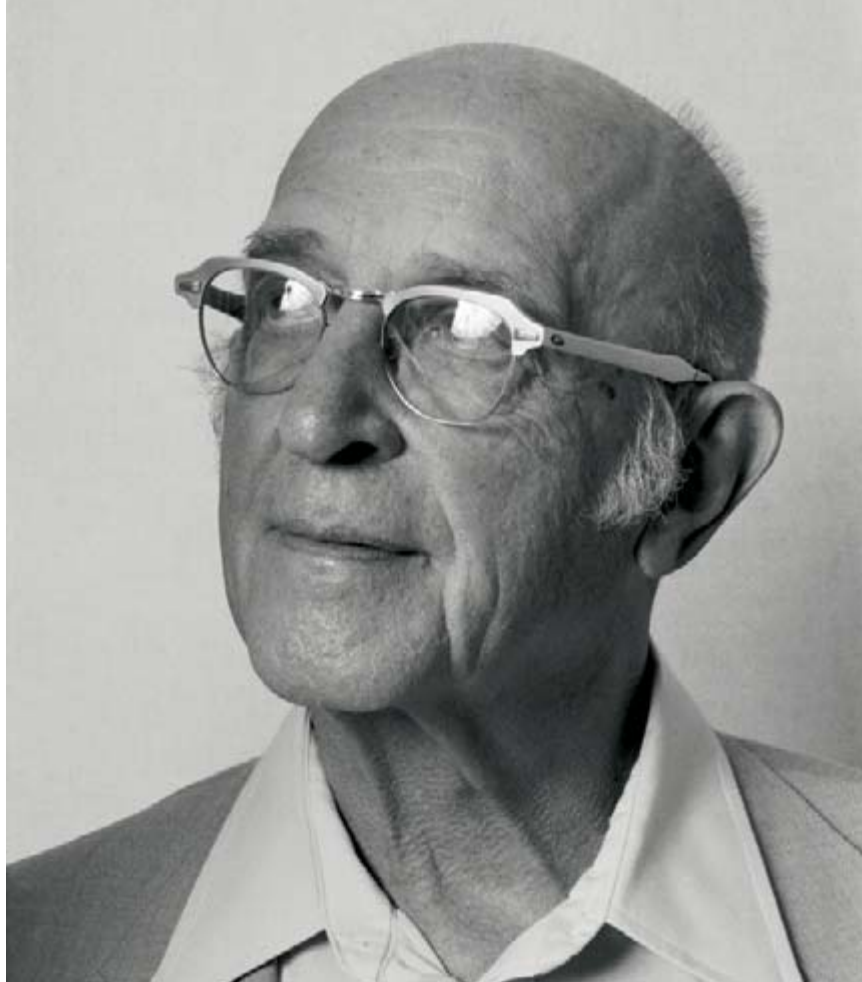
3. EL FUNDADOR. La terapia centrada en la persona se remonta al psicoterapeuta norteamericano Carl R. Rogers (1902-1987). Sentó los principios fundamentales de esta terapia entre 1940 y 1960 a partir de la investigación empírica.

en programas de formación: encuentros de profesores y alumnos, seminarios de aprovechamiento de los recursos humanos de las empresas y similares. Algunas facultades les dieron incluso cabida en sus programas de psicología y pedagogía social. Pero en ocasiones se inducía el equívoco de que bastaban tales cursillos acelerados para controlar alteraciones y enfermedades psíquicas mucho más graves. Si la señora Blázquez hubiera recibido este “asesoramiento”, basado en un ambiente de mucha confianza y un espacio para la reflexión sobre los sentimientos y motivos propios, se habría sentido bien durante unas horas pero, a la larga, no la habría servido de nada.

La terapia centrada en la persona va mucho más allá. Traslada los síntomas a un plano de discordancia —“incongruencia”— entre los procesos vitales de nuestro organismo y nuestro aprendizaje consciente y propio. La persona, como ser vivo, no se desarrolla sólo según su constitución y circunstancias ambientales. También crea lo “propio”: una instancia psíquica funcional, que confiere sentido a sus acciones y existencia en el mundo y con la que se contempla a sí mismo como una persona incrustada en el pasado y en el futuro y en los grupos de relación social.

El grado de representación de las experiencias del organismo, incluso en la estructura propia de la persona, depende en buena medida de la aceptación y comprensión de las personas más cercanas; en principio, casi siempre, de los padres. Si no acontece así, la estructura propia anula la experiencia o le da un sentido diferente. En ese momento se puede confrontar la valoración realizada por el organismo y por la estructura propia. En efecto, el organismo se inclina automáticamente hacia los estímulos agradables y procura evitar los negativos. En cambio, la estructura propia puede captar otras medidas exteriores; por ejemplo, las provenientes de personas de referencia.

Pero las incongruencias no suelen ser percibidas por uno mismo. Acostumbran manifestarse en forma de heridas o motivan tensiones internas y angustia. Por eso, los afectados procuran evitar o controlar las situaciones generadoras de ansiedad. De aquí que la incongruencia se refleje cuando se establecen las re-



laciones con el entorno, con las demás personas o con uno mismo.

La cara engañosa del chocolate

El propio terapeuta debe someter a criba sus reacciones ante el paciente. Aportan éstas una información muy valiosa. Un lego o un asesor poco formado que en su vida hayan experimentado una valoración sin prejuicios y que, por eso, crean que hay que ocultar o ignorar determinados aspectos de su persona, caerán fácilmente en la trampa de la “cara de chocolate” que un paciente presenta hacia el exterior. Sin embargo, con ello dañarán al paciente y arruinarán el tratamiento. Si un terapeuta evidenciara ese tipo de relación, afianzaría la conducta del paciente y contribuiría a ignorar aún más los aspectos y sentimientos problemáticos.

Muy al contrario, resulta obligado contemplar todos los aspectos de la vivencia y elaborarlos con el paciente, percibir sus sentimientos y entender sus ideas, valoraciones y motivos. De este modo, las experiencias, previamente extinguidas, pueden regresar al mundo de lo propio y disminuyen las tensiones, miedos y conductas problemáticas motivadas por las incongruencias.

Así ocurrió con la señora Blázquez. En cuanto aprendió a percibir, comprender y aceptar los sentimientos de ira, sus mo-

lestias mejoraron. Una vez que reconoció y revisó su celo por estar a bien con todos, pudo repartir mejor sus fuerzas. Además, entendió por qué los problemas se habían desencadenado precisamente tras el fallecimiento de su amiga. Como se descubrió en el curso de la terapia, la paciente tendía de manera inconsciente a depender de los demás y a necesitar ayuda. En cambio, la amiga de la señora Blázquez le había alentado siempre a ser autónoma. Al prescindir de este apoyo, regresó hacia una etapa de mayor dependencia. La terapia centrada en la persona no pudo erradicar por completo el peligro, pero, al menos, los síntomas molestos de la paciente desaparecieron al cabo de unos meses.

JÜRGEN KRIZ es profesor de psicoterapia y psicología clínica de la Universidad de Osnabrück.

Bibliografía complementaria

GRUNDKONZEPTE DER PSYCHOTHERAPIE. 5ª edición. J. Kriz. PVU; Weinheim, 2001.

GESPRÄCHSPSYCHOTHERAPIE. VERÄNDERN DURCH VERSTEHEN. 9ª edición. E. M. Biermann-Ratjen, J. Eckert y H.-J. Schwarz. Kohlhammer; Stuttgart, 2003.

Empatía

El hombre no se encuentra a gusto solo; por eso dispone de un don sin par: ponerse mental y emocionalmente en el lugar de otros. Hoy ese dominio constituye una nueva rama de la investigación

Tania Singer y Ulrich Kraft

Entre las notas distintivas de *Homo sapiens* se numera la de ser social. Sufre a menudo cuando lleva uno o dos días sin tener contacto con sus congéneres. De ese fenómeno, la biología infiere que las diferencias con respecto a los simios antropomorfos, nuestros parientes más cercanos, radican menos en las capacidades sensoriales o motrices que en nuestro talento extraordinario para la interacción y la comunicación. Algunos neurocientíficos avanzan un paso más: sólo la vida en comunidades complejas y la competición que ello comporta —en pos de un comportamiento social lo más adecuado posible— han hecho surgir determinadas capacidades cognitivas del hombre.

En torno a ese dominio se ha forjado una nueva rama de la investigación, la neurociencia cognitiva social (NCS), que se propone comprender la neurobiología del comportamiento y las relaciones humanas. Desde hace unos veinte años, la tomografía de resonancia magnética funcional (TRMf) y otras técnicas permiten observar el cerebro mientras desarrolla su actividad. Gracias a ello, tenemos una idea bastante exacta de cómo los sistemas de nuestros sentidos reconocen colores, formas, movimientos y objetos. Sabemos, además, qué áreas cerebrales nos permiten aprehender un objeto y la zona encefálica donde se planifican y almacenan procesos más complejos de actuación.

Inspirada en la psicología cognitiva, la neurociencia ha empezado a abordar otras funciones cerebrales superiores, como aprender, recordar y las relacionadas con el lenguaje. Hasta la misma conciencia se ha convertido en objeto de estudio; en particular, los procesos neuronales subyacentes.

Sin embargo, ese planteamiento tiene su talón de Aquiles: investiga al hombre como una entidad solitaria. Pensemos en un típico experimento con TRMf. Se introduce al probando dentro del tubo magnético del tomógrafo y observa formas

abstractas en una pantalla. Cuando aparece un determinado estímulo intencional —por ejemplo, un círculo que corre de derecha a izquierda— el sujeto debe apretar un botón. Estos estudios parten de un supuesto básico: conociendo el funcionamiento del cerebro de un individuo, entenderemos el comportamiento humano.

Leer los pensamientos ajenos desarrolla la mente

Pero tales condiciones experimentales guardan escasa relación con la vida real. Fuera del laboratorio no nos encontramos con estímulos abstractos, ni reaccionamos apretando un botón. La mayor parte del tiempo reflexionamos sobre el prójimo e interactuamos con él. Algo que se manifiesta también en el cerebro de nuestros parientes más próximos; en los monos, las dimensiones del neocórtex guarda relación con el tamaño de la comunidad en la que viven. A esta región cerebral, la más reciente desde el punto de vista evolutivo, se la considera sede de las funciones superiores.

De la interacción social con nuestro prójimo se deriva que podamos servirnos y aprender unos de otros, lo que constituye, sin duda, una de las funciones principales del cerebro. Característica fundamental es la capacidad de hacerse cargo de la situación mental y psíquica de los demás, reconocer sus deseos, intenciones y pensamientos y tenerlos en cuenta en nuestros propios actos. Podemos comprender cuanto nuestro prójimo hace y deja de hacer por la sencilla razón de que nuestro cerebro está en condiciones de construir una representación de la vida interior ajena, sin que ello tenga nada que ver con nuestro propio estado mental. En resumen, para estudiar los mecanismos neuronales del comportamiento humano no basta la investigación de las reacciones del individuo con técnicas de formación de imágenes. Hay que considerar la interacción entre varios probandos.

Aunque los primeros trabajos sobre el “cerebro social” aparecieron en los años noventa, no cobró un sólido impulso hasta el comienzo del nuevo milenio. La primera

conferencia sobre NCS se celebró en el año 2001, con la participación de psicólogos, neurólogos, científicos sociales y economistas. De acuerdo con la definición del objeto de la disciplina, se pretende investigar los fenómenos del comportamiento desde tres planos interactuantes: el plano social y los factores relevantes para la conducta; el plano cognitivo, o los procesos de elaboración de información que subyacen bajo determinados fenómenos sociales; y el plano neuronal, es decir, los mecanismos que operan en la base de los procesos cognitivos. En otros términos: las neurociencias sociales deben investigar la influencia que tienen en nuestros pensamientos, sentimientos y acciones la presencia real o imaginada de los demás.

Muy pronto se dio con el punto ideal de partida: el rostro humano. Más de cincuenta músculos del rostro relacionados con la mímica reflejan la vida interior de un individuo. En justa coherencia, la NCS se concentró en la mímica como un estímulo de particular interés social. En algunos experimentos típicos, los probandos, sometidos a los tomógrafos de resonancia magnética, ven, en rápida sucesión, fotografías de rostros que deben clasificar a la mayor velocidad en “masculinos” o “femeninos”. Se trata, en realidad, de un mero pretexto. A los directores del experimento les importa encontrar respuesta a la pregunta de si el cerebro de los probandos reacciona inconscientemente —y en qué manera— a determinados rasgos sociales del rostro humano: alegría, asco o tristeza, atractivo físico o pertenencia a una determinada raza.

En el departamento Wellcome de neuroimagen del Colegio Universitario de Londres, el grupo dirigido por Ray Dolan estudia desde hace tiempo qué áreas cere-

1. SIN PALABRAS. Más de cincuenta músculos asociados a la expresión facial de la muchacha nos revelan su estado de miedo. El cerebro ha evolucionado para percibir ese sentimiento en los demás.



brales elaboran las expresiones faciales de las emociones. Sirviéndose de la TRMf los investigadores comprobaron que la contemplación de un rostro medroso activa en nuestro cerebro la amígdala, una estructura muy antigua desde el punto de vista evolutivo. El núcleo amigdalino desempeña una tarea importante para la supervivencia; nos advierte de los peligros.

Ante una amenaza potencial la amígdala genera el sentimiento de miedo y, en fracciones de segundo, pone nuestro cuerpo en estado de alerta. Basta la mera contemplación del semblante asustado de otra persona, incluso en foto, para despertar en nosotros emociones semejantes. Pero lo sorprendente en este experimento es que la amígdala se activa incluso cuando los investigadores pasan las imágenes tan deprisa, una detrás de otra, que los probandos ni siquiera advierten que las fotos muestran rostros asustados. El “dispositivo de alarma” de la amígdala procesa automáticamente esta información sin que el estímulo desencadenante penetre en nuestra conciencia.

Se atribuye a la amígdala un papel importante en el procesamiento rápido e inconsciente de mensajes emocionales. La amígdala modula procesos cognitivos y sensoriales a través de conexiones neuronales con otras áreas, como el hipocampo,

2. MONTAR UNA ESCENA. También los chimpancés se lanzan unos contra otros. Pero no llegan ni de lejos alcanzar la competencia social del hombre.

una región central en la formación de los recuerdos. Por ello, percibimos mejor los acontecimientos acompañados de sentimientos que los hechos neutros. Además, los estímulos emocionales captan antes nuestra atención y son procesados también con más precisión por las correspondientes áreas visuales.

Pero los rostros de personas atractivas producen otro modelo, un tanto distinto. Su contemplación activa también el cuerpo estriado ventral y el córtex orbitofrontal (COF). Ambas regiones forman parte del sistema de recompensa y controlan la motivación. Se activan cuando comemos algo que nos gusta, cuando ganamos en el juego o cuando los amantes de los automóviles contemplan coches deportivos rapidísimos. El cerebro registra la contemplación de una cara bonita con un placer similar al suscitado por un ferrari o una mousse de chocolate.

¿Quién es bueno y quién es malo?

La amígdala establece conexiones con el estriado y con el COF a través de numerosas vías nerviosas. Se refuerza así la tesis de que estas tres estructuras son componentes de una red que percibe el significado emocional de un estímulo y las reacciones subsiguientes. La red desempeña un papel fundamental para nuestro comportamiento social. En el transcurso del día nos vemos obligados, una y otra vez, a valorar a los demás o decidir nuestras reacciones ante otras personas.

“¡Le encontré simpático nada más verlo!” “Sencillamente: no me gusta su

nariz.” Este tipo de frases, dichas de repente, no son fruto de la improvisación. La expresión facial es uno de los estímulos clave en nuestro trato con los demás. Por muy claro que resulte el resultado de nuestro juicio sobre el prójimo, lo cierto es que detrás hay un proceso complejo en el que intervienen distintas áreas cerebrales. Partiendo de diversos estudios y de modelos existentes Ralf Adolphs, de la Universidad de Iowa, propuso un modelo detallado de percepción de la persona.

Tomemos la niña de aspecto temeroso de la figura 1. El *gyrus fusiformis* elabora las propiedades estáticas del rostro. Examina la identidad sin preocuparse de su expresión emocional. Esta tarea le corresponde al *sulcus temporalis superior* (STS), una estructura situada por encima de los centros visuales. Es un área que, entre otras funciones, procesa los aspectos dinámicos del rostro, la mímica: la información sobre si la persona contemplada es mala, si está triste, rabiosa o temerosa. La amígdala, el estriado y el córtex orbitofrontal valoran estas informaciones óptico-sensoriales en función de su relevancia para la propia vida sentimental y la motivación. Como consecuencia de esta valoración se disparan determinadas emociones, se inician procesos cognitivos y se encauza el comportamiento posterior.

Demos un ejemplo. Cuando una madre ve temor en la cara de su hijo concentra toda su atención en el pequeño. Y mucho antes de ser consciente de ello percibe la expresión del rostro de su hijo como una señal de peligro. Entonces intenta analizar las causas del miedo y cae ella misma en un cierto pánico: el corazón empieza a latir acelerado y el cerebro pone el cuerpo en estado de alarma para que, en cuanto madre, actúe de manera rápida y eficiente. Quizás intente consolar y animar a su niño con una sonrisa.

Todos los experimentos sobre la percepción personal comparten un elemento común: al probando se le presentan imágenes de personas cuyos rostros sacan a relucir informaciones socialmente relevantes. Ahora bien, ¿cómo reacciona nuestro cerebro frente a personas muy distintas entre sí por su comportamiento y su carácter, sin que reflejen ninguno de ambos aspectos en signos ostensibles de sus rostros?

Nuestro equipo ha llevado a cabo un estudio sobre esta cuestión. Nuestros probandos estaban conectados por Internet con otras personas; podían desarrollar juegos interactivos con ellos. Este planteamiento experimental permite la investigación de interacción social en el ambiente solitario o antinatural de un laboratorio de TRMf. Los participantes no tenían nin-





3. AUTENTICA EXPRESION DE SENTIMIENTOS. Por la capacidad de sentir y sufrir con ellos nos preocupamos también de los demás.

gún tipo de relación entre sí, pero veían en cada caso una foto de su “interlocutor”. El reiterado juego común propiciaba un paulatino conocimiento mutuo.

Experimentos de juego limpio

El experimento lúdico, llamado juego del dilema social, proviene en realidad del campo de la economía. Se movían sumas de dinero. En cada ronda intervenían dos jugadores. El primero debía enviar al segundo una determinada cantidad, cuyo montante decidía él mismo. Esa cantidad se reflejaba después triplicada en la cuenta del segundo. El jugador número dos tenía entonces dos opciones: la primera sería devolver el importe inicial y corresponder de esta manera a la confianza de su contrario virtual, que en este caso recibe igualmente el triple de la suma. Este sería un comportamiento correcto. Pero el jugador número dos —segunda opción— también podría actuar de forma egoísta y embolsarse la cantidad de su compañero de juego. Eso maximiza su propia ganancia a cargo del otro, de cuya confianza ha abusado violando el precepto del juego limpio. Los economistas acuden a tales escenarios para investigar el intercambio social y la cooperación mutua [véase “La paradoja del samaritano”, por

Ernst Fehr y Suzann-Viola Renninger, en *Mente y cerebro*, n.º 8].

A nosotros nos interesaba conocer la forma en que el cerebro distingue entre personas honradas y tramposas. Para comprobarlo, hicimos que los voluntarios jugaran reiteradamente con contrarios que o bien se comportaban siempre correctamente (cooperadores) o bien actuaban de forma egoísta (infractores). La hora de la verdad iba llegando después de más cincuenta juegos en los que los probandos tenían que vérselas por lo menos cuatro veces con los correspondientes cooperadores e infractores. Presentamos a los participantes fotos de los compañeros de juego, a los que “habían conocido” —pero no como “jugadores limpios o sucios”— al mismo tiempo que observábamos la actividad cerebral con la técnica de la TRMf. Las expresiones faciales de las fotos eran neutras; no permitían deducir el carácter de las personas en cuestión. Además, habíamos repartido las fotografías al azar, de manera que un rostro de un probando podía corresponder a un cooperador y otro a un infractor.

Al igual que en los ensayos sobre percepción personal tampoco les dijimos que estábamos interesados en sus juicios de carácter social. Deberían clasificar los

rostros lo más rápidamente posible según el sexo, pero sin juzgar su carácter.

Los cooperadores causaron en el cerebro la impresión más fuerte. La foto de un contrario honrado activaba en nuestros probandos la amígdala, el estriado, el córtex, el STS y el *gyrus fusiformis*, es decir, la misma red neuronal de la percepción social descrita por Ralf Adolphs. Sólo que en estos casos el estímulo relevante no era el rostro, sino los conocimientos adquiridos por los probandos sobre el comportamiento de una persona durante la fase precedente del juego. Es decir, las áreas cerebrales encargadas de elaborar los distintivos sociales en el rostro humano se preocupan también de las características de comportamiento socialmente relevantes, como el juego limpio y la voluntad cooperativa.

Calibrado para cooperar

Aunque los voluntarios admitían sin disimulo su enojo con los detectores, su “cerebro social” reaccionaba más suavemente ante un comportamiento desleal. Y su memoria no retenía las caras de los compañeros de juego egoístas con la nitidez con que retenían las de los cooperadores. ¿Se halla nuestro cerebro ajustado para la colaboración? Los economistas y los biólogos no han ocultado durante muchos años su extrañeza ante estos hechos: los participantes en juegos de dilema social no engañan a

sus compañeros a pesar de que, si lo hicieran, podrían ganar mucho más dinero. En último término, de acuerdo con los modelos existentes, el hombre es un ser egoísta que intenta transmitir sus genes y sacar el máximo provecho con el mínimo esfuerzo posible, incluso a costa de los demás.

Los resultados de nuestra investigación neurobiológica contradicen tal imagen negativa, pues los probandos estaban muy contentos de esta colaboración eficaz, según muestran las imágenes de TRMf. El rostro de un jugador limpio activaba en el cerebro de los probandos el estriado ventral, que pertenece al sistema compensatorio de este órgano. Este fenómeno se puede comparar con el sentimiento que a uno le asalta con una buena comida o con la contemplación de una persona atractiva. Parece que la cooperación social se considera compensatoria más allá de los puros beneficios económicos. O dicho de otra manera: la colaboración con juego limpio genera en el cerebro un placer idéntico al de la mousse de chocolate y proporciona un sentimiento de bienestar similar.

La economía y la biología evolutiva toman ya en consideración estas conclusiones. Los nuevos modelos parten del principio de que el hombre tiene una aversión innata contra la injusticia. Cuando se lesionan los principios del juego limpio, reaccionamos emocionalmente con rabia,

enfado y rechazo. Además del talento para reconocer los pensamientos e intenciones de los demás, el hombre dispone de una facultad sumamente interesante: puede compartir las emociones, es decir, tiene el don de la empatía. Por eso algunos espectadores echan mano del pañuelo cuando en *Casablanca* Humphrey Bogart se despiden para siempre de Ingrid Bergman. Ya en 1903 el psicólogo alemán Theodor Lipps (1851-1914) se ocupó del fenómeno de la compenetración. Lipps desarrolló la teoría de que la percepción del estado emocional del prójimo, sobre la base de su expresión facial o de sus gestos, despierta en el observador los mismos sentimientos. La moderna investigación cerebral confirma, casi un siglo más tarde, que Lipps acertó de pleno.

La investigación neurocientífica de la empatía cobró impulso en los años noventa a raíz de ciertos trabajos realizados en la Universidad de Parma por el grupo que dirigía Giacomo Rizzolatti. En realidad se centraban en el control de los movimientos en los simios. Para lo cual implantaron electrodos en las neuronas del córtex premotor, región donde se planifican los movimientos. Adiestraron a los monos en el movimiento de recogida de un cacahuate. Uno de los investigadores estaba acercando la golosina a un animal cuando de pronto se disparó la aguja del aparato de

medición. La neurona afectada había emitido un impulso, aunque su “propietario” se mantenía completamente inmóvil.

A este tipo de neuronas, desconocido hasta entonces, Rizzolatti las denominó neuronas especulares; no sólo se activan cuando el mono ejecuta un movimiento, sino también cuando observa que lo hace otro. Las neuronas especulares hacen posible que nosotros reconozcamos la intención de una acción al recapitularla internamente. ¿Que lo reconocemos nosotros? Sin duda. Lo avala una serie creciente de estudios con la técnica de la TRMf.

No era difícil imaginar que tras la facultad de la empatía actuaran mecanismos similares a los apuntados. Lo que equivaldría a pensar que nosotros entendemos los sentimientos de otras personas no sólo porque nuestro cerebro adopta su perspectiva, sino también porque tenemos también la vivencia de tales sentimientos. Para investigar más de cerca este fenómeno rogamos a 16 parejas que acudieran a nuestro laboratorio de TRMf. En cada uno de los casos infligimos dolor a uno de los miembros de las parejas, porque se sabe con bastante exactitud qué áreas cerebrales intervienen en el procesamiento del dolor.

Experimentación de los sentimientos

El experimento transcurría como sigue: la mujer yacía dentro del tomógrafo de resonancia magnética mientras que su

4. COMPARTIR LA FELICIDAD. Podemos sentir una especial empatía con las personas de nuestro entorno más próximo, y alegrarnos cuando se ríen.



5. PODERIO. La visión de un coche deportivo de lujo despierta en algunos cerebros un sentimiento de placer semejante al de la contemplación de una cara atractiva.

novio permanecía sentado en una silla a su lado. Las manos derechas de ambos reposaban en un tablero, que la voluntaria podía ver a través de un espejo. Les implantamos electrodos. A través de éstos podíamos estimularles, a él o a ella, con descargas eléctricas débiles o más fuertes. Las corrientes más intensas eran dolorosas, como la picadura de una abeja, pero duraban sólo un segundo y no dejaban secuelas de ningún tipo. Flechas de distintos colores en el monitor de un ordenador le indicaban a la mujer si ella —o a continuación su novio— recibían una descarga eléctrica y si ésta iba a ser ligera o dolorosa. Las probandas no veían las caras de sus compañeros: sólo los símbolos les denunciaban que ellos iban a sufrir en seguida las consecuencias.

Si se le aplicaba a la mujer una descarga suave, se activaba la red de procesamiento del dolor: tras la ínsula, el córtex somatosensorial primario y secundario, el córtex cingular anterior (CAC), el tálamo, el cerebelo y determinadas regiones del tronco encefálico. Eran las reacciones esperadas en el cerebro de las voluntarias.

Pero cuando después les aplicábamos los electrochoques dolorosos a los probandos se activaban igualmente la mayoría de estas “áreas del dolor”; de preferencia, no obstante, las regiones relevantes para el dolor como el CAC y la ínsula anterior. Parecía que el cerebro sufría con el dolor del compañero querido, aunque la intensidad de la reacción variaba de una mujer a otra. Aquellas que en un cuestionario previo se habían manifestado proclives a la empatía sufrían de manera especialmente intensa con los pinchazos experimentales, algo reconocible por el aumento de la actividad en los centros afectivos del dolor.

En todo caso, había dos regiones importantes no activadas por la mera participación. Se trataba del córtex somatosensorial primario y secundario. Estas estructuras corticales captan los datos de referencia del dolor corporal, es decir, la ubicación y la intensidad del dolor. Algo que parece plausible: si vemos cómo padecen otras personas, estas informaciones sensoriales resultan innecesarias. Ahora bien, somos nosotros los que sufrimos los dolores tenemos que saber su procedencia para atacar el origen de los mismos. Y esto es justamente lo que re-



gistran las áreas somatosensoriales de la corteza cerebral.

Pero nuestra experiencia del dolor consta de algo más que del componente sensorial-discriminativo. A la experiencia le acompañan siempre los sentimientos subjetivos que actúan amenazadoramente y oprimen el ánimo. Los responsables de este componente emocional-aversivo de la percepción del dolor son, al parecer, el *gyrus anterior cinguli* y la ínsula anterior. Ambas áreas se activaban en nuestras probandas cuando sabían que en esos momentos sufrían sus compañeros.

Dolores sin dolor

Otros estudios avalan la participación del CAC y de la ínsula anterior en el procesamiento del dolor y en nuestros sentimientos en general. Los estímulos emocionales —entre los que se encuentra el dolor— desencadenan cambios en nuestro cuerpo: empezamos a sudar, el corazón se dispara, aumenta la presión arterial. Se presume que las informaciones sobre estas reacciones corporales son remitidas al cerebro a través de estaciones intermedias, para su almacenamiento final en la ínsula anterior, como una suerte de sentimiento subjetivo en distintos grados. En esta representación secundaria podría basarse la facultad de percibir conscientemente nuestros estados emocionales y de hablar de ellos.

Otras investigaciones con la TRMf revelan que la actividad en la ínsula anterior aumenta de grado cuando los voluntarios saben que van a sentir dolor en breve, es decir, antes de sentirlo directamente. Resulta manifiesto que nos servimos de las informaciones almacenadas sobre nuestros propios estados de ánimo para predecir el efecto de determinados acontecimientos, propios y ajenos. Por lo que parece,

la aptitud para la empatía se ha desarrollado a partir de un sistema que codifica las sensaciones personales; nuestra propia vida emocional constituye el fundamento para la comprensión de las emociones de otros. Lo que nos permite inferir que sólo nos podemos identificar con alguien si ya hemos sufrido sensaciones y experiencias similares en nuestro propio cuerpo.

En ese marco cabe entender que se inicie de una forma automática el fenómeno de la “vibración empática”. A las parejas del ensayo no les habíamos advertido que se trataba de un estudio sobre la empatía, ni les pedíamos que se pusieran en la mente de sus compañeros. El fenómeno común de compartir las emociones ajenas no sólo nos explica que millones de personas se sientan movidas al llanto con la escena final de *Casablanca*. También explica por qué ayudamos a quien lo necesita. Y es que en esos casos vivimos su desesperación, hasta cierto punto, en nosotros mismos.

TANIA SINGER, doctora en psicología, trabaja en el departamento Wellcome del Colegio Universitario de Londres. **ULRICH KRAFT** es médico.

Bibliografía complementaria

COGNITIVE NEUROSCIENCE OF HUMAN SOCIAL BEHAVIOUR. R. Adolphs en *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 4, págs. 165-177; 2003.

BRAIN RESPONSES TO THE ACQUIRED MORAL STATUS OF FACES. T. Singer et al. en *Neuron*, vol. 41, págs. 653-662; 2004.

EMPATHY FOR PAIN INVOLVES THE AFFECTIVE BUT NOT SENSORY COMPONENTS OF PAIN. T. Singer y otros en *Science*, vol. 303, págs. 1157-1162; 2004.

Células de la glía

¿Es tan sólo un aglutinante? ¿Interviene en la formación del pensamiento?

La ciencia avanza a paso seguro en el conocimiento de las células gliales

Claudia Krebs, Kerstin Hüttmann
y Christian Steinhäuser

Las neuronas no son los componentes mayoritarios de nuestro cerebro; decuplican su número las células de la glía. De acuerdo con la doctrina tradicional, las gliales desempeñan funciones de soporte y asistencia a las neuronas. Durante el desarrollo, proporcionan el armazón de guía para las células nerviosas migratorias y las prolongaciones celulares expansivas y, cuando el sistema nervioso ha alcanzado la madurez, aíslan eléctricamente a las neuronas del medio. Además, cumplen una misión capital en las defensas inmunitarias del cerebro y regulan el equilibrio iónico neuronal.

La investigación reciente nos obliga a modificar el cuadro. Es más que probable que las células de la glía aporten su grano de arena al procesamiento general de la información por el sistema nervioso. E intervendrían en la epilepsia.

Rudolf Virchow (1821-1902) no pudo imaginar la veloz carrera de su objeto preferido de inquisición: la “neuroglía”,

así denominó a la sustancia donde se alojaban las neuronas. Pío del Río Hortega (1882-1945) descubrió más tarde que existían tres tipos diferentes de células gliales en el sistema nervioso central: microglía, oligodendrocitos y astrocitos, clasificación que aún hoy se mantiene prácticamente intacta.

Las células de la microglía participan en la defensa inmunitaria. Los oligodendrocitos crean “vainas aislantes de mielina” alrededor de las prolongaciones, algunas de ellas larguísimas, de las neuronas cerebrales, posibilitando con ello una transmisión extraordinariamente rápida de los estímulos. Esta función la asumen las células de Schwann en el sistema nervioso periférico. Por último, los astrocitos establecen un contacto estrecho con los lugares de comunicación entre dos neuronas —la sinapsis— y, además, poseen una comunicación inmediata con los vasos sanguíneos. Por lo que se sabe, este tipo de célula glial, la más común, es responsable de multitud de funciones variadísimas.

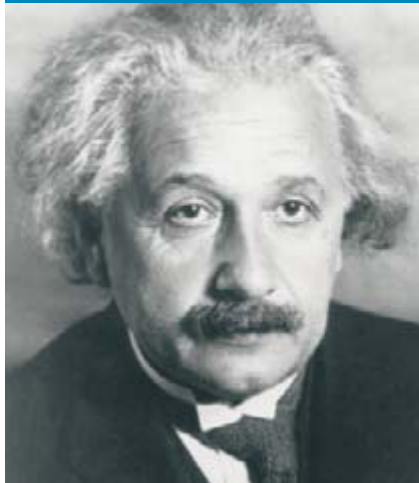
Tal descripción es harto reciente. A los astrocitos se les reputaba simples células de nutrición y sostén para las neuronas.

Desempeñan, sin embargo, misiones auxiliares muy diversas: se ocupan de que las concentraciones iónicas permanezcan constantes en el espacio situado entre las células cerebrales; recogen las sustancias mensajeras —los neurotransmisores— liberadas por las neuronas y bloquean sus efectos; por último, proveen de nutrientes a las células nerviosas. Va ganando terreno, además, la idea de que el propio grupo de astrocitos se compone, a su vez, de tipos celulares muy distintos que, en parte, realizan trabajos completamente diferentes. Por si fuera poco, se les empieza a reconocer a los astrocitos su participación en el procesamiento de la información cerebral, capacidad que se suponía exclusiva de las neuronas.

La ola celular

Las membranas externas de los astrocitos contienen los mismos canales iónicos y receptores para neurotransmisores que las neuronas. Puesto que estas células gliales envuelven las sinapsis con sus prolongaciones celulares, podrán, a buen seguro, registrar con la máxima precisión cualquier información transmitida entre

El cerebro de Albert Einstein



En 1955, el anatomopatólogo Thomas Harvey realizó la autopsia al cadáver de Albert Einstein. Tras concluir el trabajo, se llevó a su casa el cerebro del prestigioso físico y premio Nobel. Durante los siguientes decenios fue enviando pequeñas muestras de tejido a investigadores de todo el mundo para que descubrieran las posibles bases biológicas del genio de Einstein.

Marian Diamond, de la Universidad de California, observó a mediados de los

GENIO INCOMPRENDIDO. ¿Se basaba la inteligencia de Albert Einstein en las peculiaridades anatómicas de su cerebro?

ochenta que algunas regiones cerebrales de asociación, responsables de las funciones intelectuales superiores, mostraban, en el caso de Einstein, un número inusualmente elevado de células gliales. En otras palabras: el genio de la física disponía de un índice glioneuronal extraordinariamente alto en dichas regiones. Este índice, utilizado por los investigadores cerebrales, describe la relación cuantitativa entre células de la glía y neuronas.

En la opinión de algunos científicos, el índice en cuestión se relaciona con el rendimiento cerebral. Así, la corteza cerebral humana dispone de dos células gliales por cada neurona (índice: 2;



neuronas. Al parecer, los neurotransmisores no sólo entablan comunicación entre neuronas, sino también entre las neuronas y los astrocitos.

De todas formas, existen diferencias notables en el tipo de conducción de las señales por las neuronas y las células de la glía: las neuronas transmiten la información a través de señales eléctricas rápidas, en tanto que los astrocitos no producen

ningún “potencial de acción” semejante. Cuando un neurotransmisor, por ejemplo el glutamato que aumenta la actividad, se une a un receptor de la membrana astrocítica, se eleva la concentración de iones de calcio en la célula glial. El aumento en la concentración de esta sustancia señalizadora importante se propaga dentro de la célula como una ola de espectadores en un estadio de fútbol, alcanzando incluso a las conexiones intercelulares con forma de canal —las denominadas uniones de intervalo (*gap junctions*) o sinapsis eléctricas— de los astrocitos vecinos.

Hace poco, nuestro grupo de la Clínica Universitaria de Bonn, en colaboración con el grupo de Andrea Volterra, de la Universidad de Lausana, ha demostrado que los astrocitos pueden liberar por sí mismos neurotransmisores después de este tipo de activación; en el caso examinado se trataba del glutamato. Para ello, utilizan mecanismos completamente distintos de los empleados por las neuronas: tras almacenar los mensajeros en vesículas que se fusionan con la membrana celular, descargan tales moléculas transmisoras al entorno celular una vez presentado el estímulo.

Los astrocitos participan, pues, en la transmisión de la información cerebral. Pero no sólo actúan sobre la transmisión de los estímulos locales, sino que

1. CONCEPCION TRASNOCHADA.

Durante mucho tiempo se ha venido creyendo que las células de la glía desempeñaban sólo funciones de asistencia. Esa apreciación ha cambiado por completo.

alcanzan también neuronas más remotas, merced al acoplamiento eléctrico de las células gliales a través de las uniones de intervalo. Es muy probable que los astrocitos coordinen incluso la actividad de las neuronas de distintas regiones del encéfalo a través de la propagación de las olas de los iones de calcio.

Descarga sincrónica

Así empezaron las células de la glía a llamar la atención de los expertos en epilepsia. Esta enfermedad neurológica, rodeada de misterio, se caracteriza por la descarga repentina y sincrónica de las neuronas de una región cerebral. Una descarga excesiva. A consecuencia de la misma, las funciones del territorio cerebral afectado se paralizan por un momento. Considerando el estrecho contacto entre los astrocitos y las neuronas, ¿podrían intervenir los primeros en la aparición de este fenómeno?

Para dar con la respuesta, hemos examinado, en colaboración con otros investigadores del neurocentro de Bonn, el tejido

cifra que es muy superior en otras regiones], mientras que en las zonas correspondientes, el índice de los roedores alcanza 0,4. Los vertebrados inferiores y los invertebrados muestran valores aún más bajos: los gusanos cuentan con una célula glial por cada seis neuronas [0,17].

El descubrimiento de Diamond confirma la suposición de que la capacidad intelectual mejora con un número desproporcionadamente alto de células gliales. Pero hay un dato inquietante: la corteza cerebral de los delfines muestra un índice aún más alto que la humana: 3.

del hipocampo de pacientes epilépticos. Dicha región, situada en el lóbulo temporal, resulta decisiva para la aparición y extensión de la actividad epiléptica de muchos pacientes. Cuando un sujeto se halla muy afectado y no responde o deja de hacerlo al tratamiento farmacológico, se puede acudir como último recurso a la extirpación quirúrgica de parte del hipocampo para suprimir las crisis. Pode-

mos, pues, investigar este tejido nervioso, siempre y cuando el paciente otorgue su consentimiento.

Con ayuda de la técnica de pinzamiento de membrana, o registro zonal (*patch-clamp*), registrábamos las corrientes iónicas que fluían a través de las membranas celulares de los astrocitos en cortes finos de la sustancia cerebral extraída. Esta técnica permite analizar la actividad de

cada canal iónico o receptor de neurotransmisores. A nosotros nos interesaba, en particular, saber si estas proteínas de los astrocitos poseían propiedades singulares que contribuyeran al origen y la propagación de la actividad epiléptica en determinadas condiciones.

Descubrimos que había dos tipos fundamentales de astrocitos en el cerebro normal: las denominadas células GluT y

La epilepsia, una enfermedad enigmática

La epilepsia es una de las enfermedades neurológicas más frecuentes: casi el 1 % de la población mundial se ve afectada. Se manifiesta por alteraciones, a veces repentinas, del conocimiento o por movimientos incontrolados del tipo de sacudidas o espasmos. Se presentan las "crisis epilépticas" cuando determinados grupos de neuronas cerebrales descargan de forma repentina, sincrónica y desinhibida.

A veces, estas "descargas convulsivas" las inician muy pocas células. Sin embargo, la descarga se transmite a otras células de la vecindad, que la propagan. Si la crisis se circunscribe a una zona delimitada —"foco" epiléptico— se habla de crisis focal. Según donde se ubique el foco, la manifestación de la crisis varía muchísimo. Pongamos un ejemplo: en las descargas del lóbulo temporal, los sujetos afectados no suelen perder el conocimiento; mas, al cabo de unos minutos, se comportan de forma muy extraña: se lametea y rien de manera descontrolada o mueven sus dedos de un modo extraño.

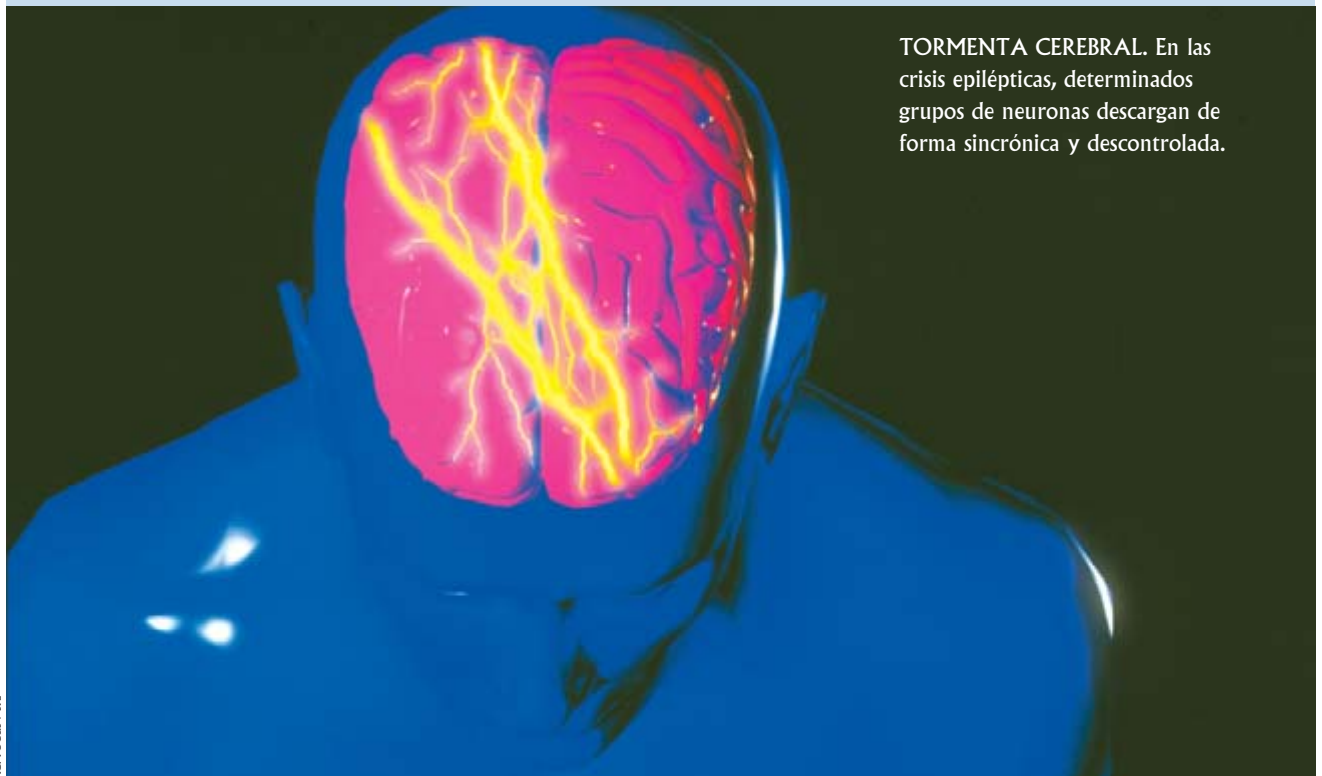
En las crisis generalizadas, la descarga se extiende a amplias zonas de la corteza cerebral. A veces, sobre todo entre los niños, las descargas son pequeñas y poco visibles (se habla de *pequeño*

mal) y otras afectan a todo el cuerpo (*gran mal*), en cuyo caso el sujeto pierde el conocimiento.

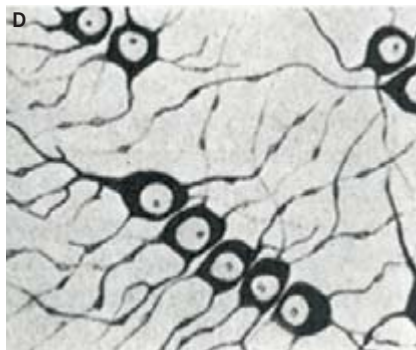
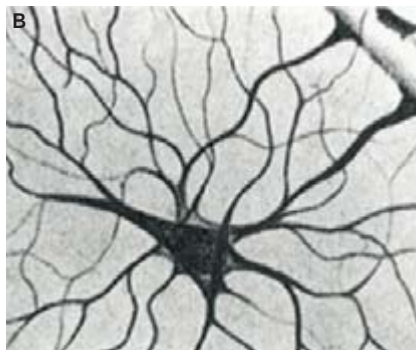
Los posibles desencadenantes de una crisis epiléptica son múltiples: hemorragias, cicatrices, tumores, infartos e inflamaciones cerebrales o un aporte insuficiente de sangre o de glucosa. Ciertos factores externos pueden también desencadenar crisis epilépticas; por ejemplo, la privación de sueño o una estimulación óptica exagerada con una sucesión rápida y relampagueante de imágenes, como sucede con algunos juegos de ordenador.

Por regla general, la epilepsia se trata con medicamentos especiales, llamados antiepilépticos. Se conocen sustancias muy diferentes que reducen el riesgo de descarga neuronal y que actúan por vías muy distintas: algunos suprimen la liberación de transmisores y otros estabilizan la composición de los iones cerebrales.

Los antiepilépticos no actúan o lo hacen de forma deficiente en algunas epilepsias graves. En estos casos, se puede recurrir sólo a la cirugía, extirpando las células cerebrales causantes de las convulsiones. A veces, durante la cirugía se secciona el cuerpo calloso —la estructura que une ambos hemisferios cerebrales—, para impedir la posible propagación de la crisis de un hemisferio a otro.



TORMENTA CEREBRAL. En las crisis epilépticas, determinados grupos de neuronas descargan de forma sincrónica y descontrolada.



las células GluR. Se conoce una forma frecuente de epilepsia del lóbulo temporal —“esclerosis del asta de Amón”—, donde faltan todas las células GluT del hipocampo de los pacientes. Por lo común, estos astrocitos captan el glutamato liberado de forma selectiva a través de proteínas transportadoras especiales e impiden, con ello, una excitación excesivamente prolongada de las neuronas. Además, en su membrana celular disponen de canales de potasio y, por consiguiente, pueden también limpiar de iones de potasio el espacio intercelular.

Los astrocitos de tipo GluT se encuentran unidos en grandes redes a través de centenares de uniones de intervalo. De esta manera, las sustancias absorbidas pueden pasar de una célula a otra y alcanzar una región completamente diferente del cerebro o bien llegar, a través de las comunicaciones pertinentes, hasta los vasos sanguíneos.

Por eso, la pérdida de células GluT impide que los mensajeros e iones liberados por las neuronas sean eliminados con rapidez de esta región cerebral. La consecuencia es que estas sustancias se acumulan en el entorno neuronal y activan las células nerviosas con intensidad y prolongación desmesuradas. La probabilidad de una descarga exagerada parece evidente.

Otra consecuencia de la pérdida de las células GluT se refleja en el agotamiento de la energía neuronal. En un tejido sano, los astrocitos recogen la glucosa de la

sangre y la transforman en ácido láctico, sustancia que aprovechan las neuronas para obtener su energía. La pérdida de los astrocitos GluT por los pacientes con una esclerosis del asta de Amón altera, y de un modo notable, la nutrición de las neuronas vecinas.

Bloqueo del transporte de potasio

Las células GluR no disponen, sin embargo, de acoplamiento a través de uniones de intervalo. En vez de proteínas transportadoras, cuentan con receptores especiales para los diferentes mensajeros, entre otros el glutamato. De todas maneras, la función exacta de estas células aún no está muy clara. Es cierto que disponen de canales de potasio en la membrana, pero como los astrocitos GluR no están unidos entre sí a través de ninguna red, tales iones no pueden ser eliminados. Resulta curioso cómo estas células gliales se parecen, en algunos aspectos, a las neuronas. Por eso, nosotros las denominamos también “astrones”, un neologismo compuesto por “astrocito” y “neurona”.

Los pacientes con esclerosis del asta de Amón poseen células GluR, pero la densidad de los canales de potasio de su membrana celular es mucho menor que la del cerebro sano. Además, los receptores de glutamato de estas células operan con mayor lentitud. En consecuencia, las neuronas pueden descargar con más facilidad, con el riesgo aumentado de una crisis epiléptica.

2. CLASIFICACION IDONEA.

Las células gliales del cerebro se dividen en astrocitos protoplásmicos (A) y fibrosos (B), células de la microglía (C) y oligodendrocitos (D). Tal clasificación, establecida por Pío del Río Hortega (1882-1945), sigue vigente. Hortega trazó estos dibujos basándose en sus proyecciones con la cámara lúcida.

En resumen, nuestro grupo ha demostrado una manifiesta relación entre los astrocitos y las sacudidas cerebrales, al menos en esta variante de epilepsia. No sabemos si la epilepsia se debe a la falta o a las alteraciones de tales células gliales; ni tampoco, si las anomalías constituyen una secuela de la enfermedad. Añádase que el resultado aquí obtenido no puede trasladarse automáticamente a otros tipos de epilepsia, pues se diferencian mucho entre sí.

Cualquiera que sea la razón, no abrigamos la menor duda de la estrecha vinculación entre las células gliales y las neuronas. Las neuronas activan a los astrocitos que, a su vez, pueden liberar neurotransmisores. Quien quiera examinar en el futuro las alteraciones patológicas de una región cerebral, deberá examinar con lupa estas dos categorías celulares, en lugar de concentrarse, como hasta ahora, en las neuronas. A los investigadores compete elaborar nuevos conceptos que tomen en cuenta la contribución activa de las células gliales —en particular, de los astrocitos— en el procesamiento de la información del sistema nervioso sano y enfermo. Sólo así se podrán descubrir nuevos principios terapéuticos eficaces.

CLAUDIA KREBS y KERSTIN HÜTTMANN trabajan en el departamento de neurobiología experimental de la Clínica de Neurocirugía de la Universidad de Bonn. CHRISTIAN STEINHÄUSER es catedrático de este departamento.

Bibliografía complementaria

ASTROCYTES CONTAIN A VESICULAR COMPARTMENT THAT IS COMPETENT FOR REGULATED EXOCYTOSIS OF GLUTAMATE. P. Bezzi et al. en *Nature Neuroscience*, vol. 7, págs. 613-620; 2004.

GLIAL NEURONAL SIGNALING. Dirigido por G. L. Hatton y V. Pappas. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, 2004.

NEUROGLIA. Segunda edición. Dirigido por H. Kettenmann y B. Ransom. Oxford University Press; Oxford, 2004.

Niños superdotados

Si a un niño se le hace cuesta arriba la escuela no significa necesariamente que se le esté exigiendo demasiado. Quizá se trate de un superdotado. En determinadas ocasiones, una inteligencia brillante puede convertirse en un inconveniente

Marie-Noëlle Ganry-Tardy

Tobías no muestra interés por la clase. Le cuesta aprender y su cuaderno escolar se halla plagado de faltas. Se mantiene, además, distanciado de los otros chicos. En el recreo no interviene en los juegos de sus compañeros. Sus propios padres terminan por considerarlo un fracasado. Hasta que la maestra les recomienda que consulten a un psiquiatra infantil.

El médico psiquiatra le somete a un test especial de inteligencia. La prueba no guarda parecido alguno con el examen o tarea de clase. Se llega a un resultado sorprendente: Tobías es un superdotado y posee un cociente intelectual de aproximadamente 150; es decir, está un cincuenta por ciento por encima de la media de sus compañeros de aula.

Entre el dos y el tres por ciento de los niños nacidos en el mismo año pueden considerarse superdotados o, lo que es lo mismo, tienen un CI de 130 como mínimo.

Gracias a sus dotes intelectuales sobresalientes, sería lógico pensar que gozarían de las mejores posibilidades para lograr un expediente académico de honores. Sin embargo, la realidad nos revela que muchos de estos niños inteligentes tienen problemas con las materias escolares. Lo que no empece que, al propio tiempo, la mayoría de ellos se muestren brillantes en determinados campos especializados; por ejemplo, en música, matemáticas o ciencias naturales.

Sucede con frecuencia que a los niños superdotados, con CI de 140, 150 o más, se les tome por mediocres y poco sociables, lo mismo en la escuela que en casa. Cuando llegan a adultos, algunos se marginan de la sociedad, si no se convierten incluso en delincuentes. ¿Qué es lo que falla? Nuestro error alcanza el punto de que sólo advertimos que nos hallamos ante superdotados cuando han traspasado el umbral de la psicopatología.

Entre los rasgos distintivos de los superdotados sobresa su capacidad, manifestada desde muy pequeños, de comprender las situaciones complejas y de entender los conceptos de los adultos. Una maravillosa capacidad que tiene también su lado oscuro. Debido a su inteligencia singular, perciben los riesgos y las posibilidades de fracaso que rodean a cada situación; ello puede

1. POR CAMINOS ERRONEOS.

Los ejercicios de laberinto en el ordenador ponen de manifiesto las dificultades en la orientación espacial. El niño de la prueba no reconoce el camino del laberinto, sino que elige en primer lugar ramificaciones equivocadas (a, b). Sólo encuentra el camino adecuado cuando se da cuenta de que se ha metido previamente en un callejón sin salida. Los resultados obtenidos con la misma prueba en otro niño sin este déficit muestran claramente las diferencias (c).





dejarlos paralizados hasta la inacción más absoluta.

Fijémonos en los exámenes de la escuela. En vez de ir avanzando con mayor o menor despreocupación y de responder una pregunta tras otra, como hacen sus compañeros, algunos niños superdotados piensan en lo que se juegan con cada respuesta y en el riesgo que conlleva un error. Esto es lo que hace Tobías, cuya conducta está lastrada por la idea fija del fracaso. Por miedo a cometer errores, las notas escolares no pasan nunca de la media. Y además, como teme que los otros chicos no le acepten, se muestra distante con ellos.

A esto se añade el que los trastornos del desarrollo tienen muy a menudo repercusiones dramáticas en el caso de los superdotados. Así sucede con las alteraciones en el área de la lectura y de la escritura, que afectan a un diez por ciento de todos los niños, cualquiera que sea su grado de dotación intelectual. Si ya todo niño con un déficit de esta índole sufre, en un superdotado las consecuencias revisten particular gravedad. Pues, al poco tiempo de haber entrado en la escuela, el pequeño genio constata que, a pesar de que lo entiende todo a la primera, sus calificaciones escolares dejan mucho que desear; le resulta incomprensible su fracaso. La persistencia de éste corroe su

autoestima, con lo que ello comporta: continuas subidas y bajadas en el rendimiento escolar, ansiedad e incluso depresiones. El alumno afectado suele perder el interés por las clases y se recluye en sí mismo. Poseedor de un profundo sentido de la justicia, los castigos que recibe no hacen sino empeorar las cosas; le parecen inmerecidos y, por tanto, se cierra más en su propia concha.

Otros trastornos del desarrollo infantiles pueden ocasionar en los superdotados consecuencias similares. Pensemos en las deficiencias en la coordinación de los movimientos o los problemas en la orientación espacial. También aquí son muy conscientes de sus dificultades, situación que puede dar origen a conflictos internos, ya que la valoración que ellos mismos hacen de sus capacidades no concuerda con la mala opinión que de ellos tienen quienes les rodean.

En determinadas circunstancias, el psiquiatra puede malinterpretar el test de inteligencia y no advertir que se encuentra ante un superdotado. Sucede cuando el probando obtiene unos resultados muy buenos en el apartado de inteligencia verbal y otros muy bajos en un ejercicio de orientación en un laberinto deplorablemente realizado (véase la figura 1). Puesto que ambos valores confluyen en el resultado final del test, el niño sólo al-

2. GOLPE DE VISTA GENIAL.

Los superdotados se hacen patentes en campos especiales como el juego del ajedrez.

canza una puntuación final mediocre. Así, se le incluye en el grupo de los dotados medios y se le trata, acorde con ello, de una forma totalmente injusta. La discrepancia entre las altas expectativas que tiene de sí mismo y la descorazonadora consideración que tienen de él los otros le conduce a menudo a un callejón sin salida. Al resultarles sumamente difícil evadirse de esa situación, la amenaza del fracaso escolar se cierne de continuo sobre los niños superdotados.

Empezar cuanto antes

¿Qué hacer para evitarlo? De entrada, hay que procurar que la detección de los superdotados, de la misma forma que se hace con las alteraciones del desarrollo, sea tan precoz cuanto se pueda. Actuando con prontitud, padres y educadores podrán intervenir adecuadamente en cuanto aparezcan las dificultades. Un entrenamiento fonológico puede corregir, en seis o diez meses, una alteración de la lectura y de la escritura en un niño de cinco años. Pero si el tratamiento comienza en las postrimerías del primer curso de la enseñanza básica, se duplica la duración de

El mundo de los niños prodigio

Desde su nacimiento los niños superdotados son muy despiertos, atentos y sensibles. Por lo que, ya desde lactantes, observan atentamente a sus padres. Más adelante se percatarán pronto de su entorno y de cuanto sucede a su alrededor. También son extraordinariamente receptivos para los sentimientos de los otros y perciben la alegría y la tristeza de una forma intensa. Con apenas dos o tres años no sólo pueden seguir las conversaciones de los adultos, sino que también toman parte en ellas. Un niño superdotado de seis años entiende conceptos tales como el de "polémica" o el de "hacer alusión a algo", a una edad en la que otros niños apenas pueden comprender palabras del estilo de "corcho" o "peligroso". Merced a su dominio de los conceptos, los superdotados disfrutan de un notable sentido del humor.

Se caracterizan, además, por una asombrosa capacidad de concentración; leen; perfeccionan una y otra vez los dibujos empezados. En algunos de ellos se desarrollan también muy precozmente las capacidades motoras: corren muy pronto, pueden coordinar sus movimientos muy rápidamente y pintan bien. Su memoria, creatividad y capacidad imaginativa se encuentran muy por encima de la media, así como su ductilidad mental y capacidad de juicio. Los niños superdotados suelen hacer preguntas muy tempranamente sobre el sentido de la vida y del mundo. No es extraño, por tanto, que a menudo se sientan atraídos por los niños mayores y por los adultos.

Al contrario de lo que suele pensarse, los superdotados no suelen tener más problemas vitales que el resto de los compañeros, ni en la escuela, ni en el comportamiento social, ni tampoco en relación con su estabilidad psíquica. Sobre este extremo se muestran muy esclarecedores los resultados parciales de un estudio a largo plazo acometido por Detlef Rost, de la Universidad de Marburgo. Lo comenzó en 1987 y abarcó un universo de 151 niños superdotados

procedentes de toda Alemania. A tenor de esa investigación, los superdotados padecen menos ansiedad y son, por término medio, más felices y apreciados. El que tengan menos amigos se debe a sus altas aspiraciones a la hora de realizar la elección de sus amistades. En términos generales, entre los superdotados se dan los mismos problemas sociales que entre el resto de los niños.

El único inconveniente grave con el que los superdotados se van a enfrentar es el insuficiente estímulo escolar. A menudo se aburren desde el primer día de clase. La solución de un ejercicio de matemáticas les resulta tan evidente, que no les apetece calcularlo en la pizarra ante todos. Debido a que los estímulos intelectuales son para ellos muy bajos, pierden la concentración y empiezan a molestar a sus compañeros. A menudo se resienten consecuentemente sus calificaciones, por lo que estos pequeños que piensan con la rapidez del relámpago pueden ser etiquetados de mediocres, si se desconoce su especial dotación intelectual.

Para evitar el aburrimiento, podría resultar aconsejable colocar a estos niños en un curso superior o, incluso, dos por encima. Habría que estimular también los intereses especiales del niño para que su motivación y su disposición permanezcan en tensión. Deben proponérseles retos que les permitan ejercitar sus facultades intelectuales y ponerlas a prueba. Y tal vez se requiera que asistan a cursos más exigentes que los pensados para superdotados.

No se conocen las bases biológicas de su inteligencia superior. Con todo, parece que los niños aventajados comparten determinados rasgos fisiológicos. Jean-Claude Grubar, de la Universidad de Lille, ha puesto de manifiesto que los sueños de los niños precoces contienen fases oníricas más largas que los del resto de niños de su edad. A los nueve o diez meses de edad, la fase REM del sueño es en todos los bebés bastante larga. Pero después de esta edad se acorta,

salvo en el caso de los superdotados. Además, los típicos movimientos oculares de la fase REM son el doble de frecuentes en ellos que en el resto de sus coetáneos. De hecho, su actividad ocular se corresponde con la de los adultos. Dado que el cerebro organiza durante los sueños la información que ha ido recibiendo a lo largo de la vigilia, es posible que los superdotados puedan elaborar mejor las experiencias gracias a esas fases REM más amplias y activas.

SOLO ENTRE LOS MAYORES. La película "El pequeño Tate", de Jodie Foster (1991), describe la situación de un niño superdotado.



Leer y escribir. ¿Todo en orden?

Cuanto más precoz es la detección de una alteración de la lectura y la escritura, tanto más elevadas resultan las posibilidades de su pronta corrección. Para el diagnóstico de estos trastornos se recurre al test de inversión: muestran al niño pares de figuras —letras, formas geométricas o figuras— que coinciden, son diferentes o se hallan especularmente enfrentadas. El pequeño probando, que suele tener en torno a los cinco años, debe seleccionar y determinar a qué categoría pertenecen los distintos pares de objetos. Si el niño comete errores es posible que padezca alguna alteración de la lecto-escritura, pues se parte de la base de que esto indica una deficiente representación de la orientación y de la ordenación espacial de grupos de letras, palabras o fonemas.

FIJARSE BIEN. Un test de las alteraciones de la lectura y la escritura adecuado para los niños mayores de preescolar: los niños deben indicar si los dos objetos de una pareja de dibujos son o no idénticos, si tienen la misma orientación o se trata de una reflexión especular.



CERVEAU & PSYCHO

ese período, lo que puede dar lugar a que el niño haya perdido para entonces interés por las clases.

La comparación de resultados en los tests de inteligencia entre los ejercicios verbales y los no verbales nos indica si la orientación espacial se desarrolla de forma concorde con la edad. Al área no verbal pertenecen los ejercicios de percepción espacial: completar dibujos, relacionar cifras y símbolos e interpretar jeroglíficos. Si los resultados de estos ejercicios dan una puntuación de diez puntos por debajo de los del área verbal, se recomienda un entrenamiento psicomotor. Durante este entrenamiento el niño practica, con ayuda de dibujos, juegos y arcilla de moldear, la coordinación de sus movimientos, aprende a distinguir la derecha de la izquierda y mejora, por ende, su orientación espacial. Este tratamiento debe empezarse en el último año de preescolar, es decir, a la edad de cinco a seis años.

Con más de veinte puntos de diferencia, debe emprenderse paralelamente una terapia familiar. Este método terapéutico está dirigido a mejorar la interacción entre los miembros de la familia. Es fundamental aquí que el terapeuta estudie cuidadosamente, junto con el niño y sus padres, cómo ha sido el desarrollo del último año para descubrir de dónde han surgido las dificultades del pequeño paciente.

Así, un niño con dificultades motoras o problemas de orientación suele mostrar miedo a afrontar las tareas cotidianas

elementales; por ejemplo, atarse los zapatos. Está absolutamente seguro de que cometerá errores que le forzarán a empezar varias veces desde el principio, lo que le convertirá en blanco ineludible de las burlas de sus compañeros. Si los padres le ayudaran en esas tareas, reforzarían su dependencia; el pequeño se acostumbraría a tal protección, sintiéndose abandonado cuando sus progenitores no se hallaran disponibles. Para que recupere su autonomía, el psicoterapeuta debe hacerle comprender que el fracaso es consustancial con la vida y no tiene por qué significar necesariamente una catástrofe.

A los superdotados les amenaza un peligro más: la deformación de su propia personalidad, que en ocasiones alcanza grados extremos. Los psiquiatras hablan entonces del desarrollo de un falso yo. La causa de este trastorno reside en que poseen una extraordinaria capacidad de empatía: perciben muy profundamente los sentimientos y las reacciones más sutiles de sus allegados. Advierten cualquier signo mínimo de descontento y lo sufren con intensidad. Para recibir la aprobación de los padres, dejan aparte sus propias necesidades y se comportan de la forma en que ellos piensan que los padres esperan que lo haga. Como resultado, su verdadero rostro desaparece bajo una máscara de acomodación. Para evitar esta alteración, los padres deben ofrecer a sus hijos superdotados varias alternativas ocupacionales y aceptar su

correspondiente elección sin emitir ningún tipo de valoración.

Afortunadamente, en muchos superdotados el desarrollo motor y psíquico transcurre en armonía. Pero cualquier niño que destaque, según el criterio de sus padres o de sus docentes, debería someterse cuanto antes a un test de inteligencia. Lo óptimo sería llevar a cabo rastreos amplios entre la población infantil, previos a la escolarización. Otros tests, realizados ya durante la primaria y la secundaria, terminarían por identificar a los candidatos que, por diversas causas, se hubieran deslizado entre las redes de los primeros rastreos.

Esta manera de proceder mejoraría las posibilidades de los niños superdotados y les enseñaría a vivir con su don de doble filo. Y también nuestra sociedad sacaría provecho de ella, pues con esta actuación se aseguraría que estos jóvenes puedan llevar a cabo en el futuro los altos rendimientos de que son capaces en el campo de la técnica, el arte, el deporte o la ciencia.

MARIE- NOËLLE GANRY-TARDY, psiquiatra infantil, se ha especializado en los problemas de los niños precoces y superdotados.

Bibliografía complementaria

HOCHBEGABTE UND HOCHLEISTENDE JUGENDLICHE.
D. H. Rost. Waxmann; Münster, 2000.

Actitud vital cósmica

La filosofía constituía en la antigüedad clásica un estilo de vida.
¿Hasta qué punto puede servirnos hoy de referencia?

Joep Dohmen

Veinte años después de su muerte, Michel Foucault (1926-1984), influyente filósofo francés y defensor del arte de disfrutar de la vida, ha encontrado la horma de su zapato en quien fuera su profesor, Pierre Hadot. Este, a sus 82 años, acaba de abandonar su torre de marfil académica para lanzarse a la arena pública.

Durante decenios, Hadot, filósofo experto en filología clásica, había luchado contra un viejo prejuicio, según el cual la filosofía de la antigüedad no era sino

especulación teórica, una huida de la realidad en muchos aspectos; así, Epicuro se habría aislado en el *jardín*, con sus amigos apolíticos, para disfrutar de la vida; Platón se habría refugiado en su reino de las ideas, y la Estoa habría predicado, sin cesar, la sumisión al destino.

Apareció entonces Michel Foucault, discípulo de Hadot, y divulgó, con éxito, la filosofía antigua como proyecto estético: cada uno se moldearía a sí mismo como una obra de arte. Como si la vida fuera una diversión estética.

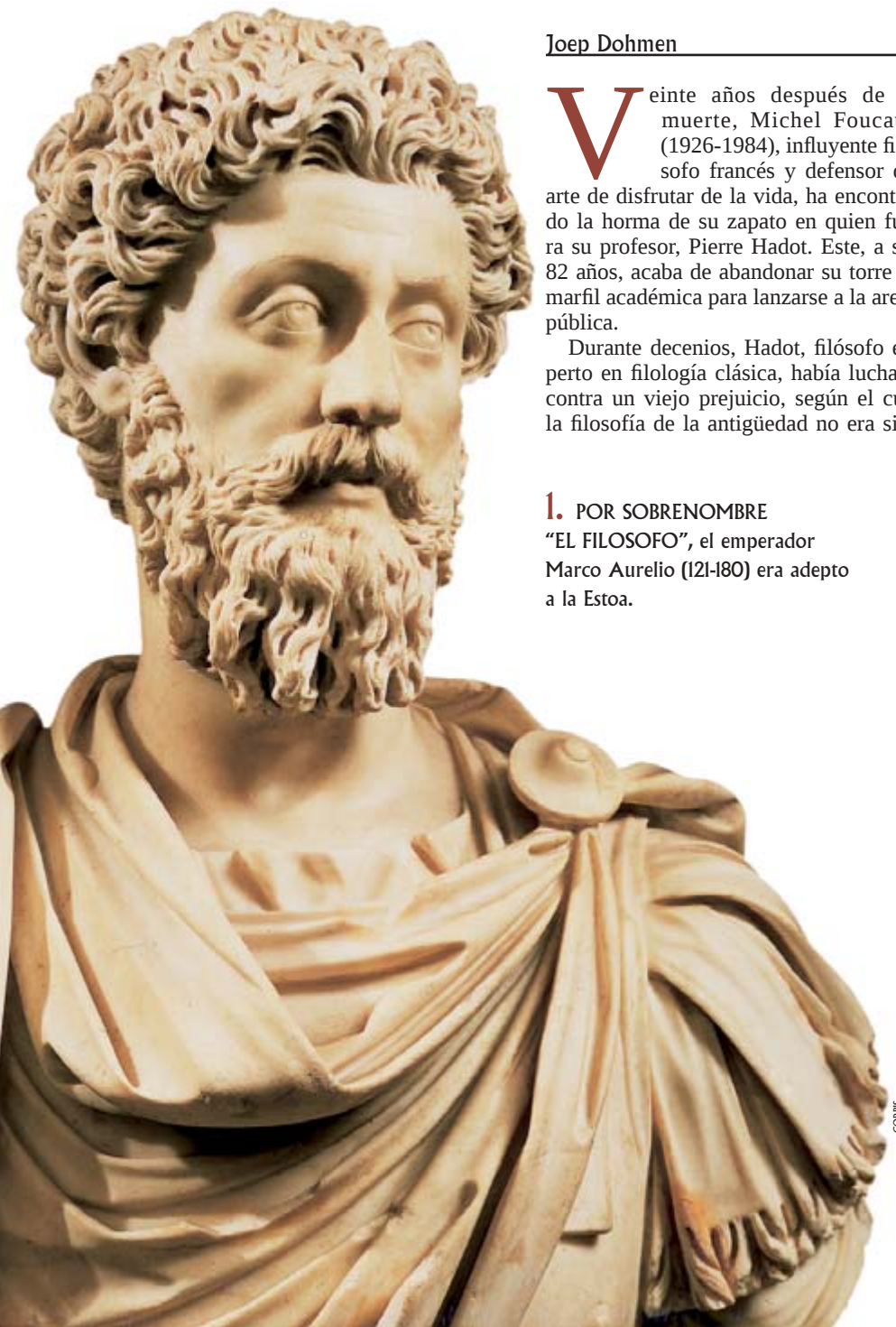
Pero Hadot no reconoce en la forma de vida del hombre masificado moderno ningún arte. Cada individuo persigue sólo la satisfacción de sus necesidades, y lo hace sin relación con la naturaleza ni con el entorno. No sorprende, por tanto, que Hadot, ya en edad avanzada, se haya lanzado al ruedo. Su *Filosofía como forma de vida* se ha convertido incluso en un best-seller.

¿Qué es filosofía? A los ojos de muchos, una mera colección de textos repletos de ideas, reflexiones y teorías, en algunos casos ordenados sistemáticamente y en otros, no. Diríase también que parece que la filosofía de la antigüedad no se diferencia, en esencia, de la medieval o de la moderna. Opinión que Hadot reputa insostenible.

El ve en la filosofía clásica, ante todo, una “forma de existencia” que “ha de ser vivida en todo momento y ha de transformar la vida entera”. Filo-sofía (amor a la sabiduría) fue originariamente, según Hadot, una actitud vital “tanto por lo que concierne a sus recursos, es decir, a los ejercicios y esfuerzos para alcanzar la sabiduría, como también en lo relativo a su fin: alcanzar la sabiduría. Porque la sabiduría no sólo transmite conocimientos, sino que conduce también a una nueva forma de ser”.

De acuerdo con esta postura, el filósofo de la antigüedad tenía un enfoque

1. POR SOBRENOMBRE
“EL FILOSOFO”, el emperador Marco Aurelio (121-180) era adepto a la Estoa.



CORBIS

2. PRESTAR ATENCION A ESTE MUNDO. Epicuro (341-271 a.C.) recalcaba la importancia del vivir cada momento.

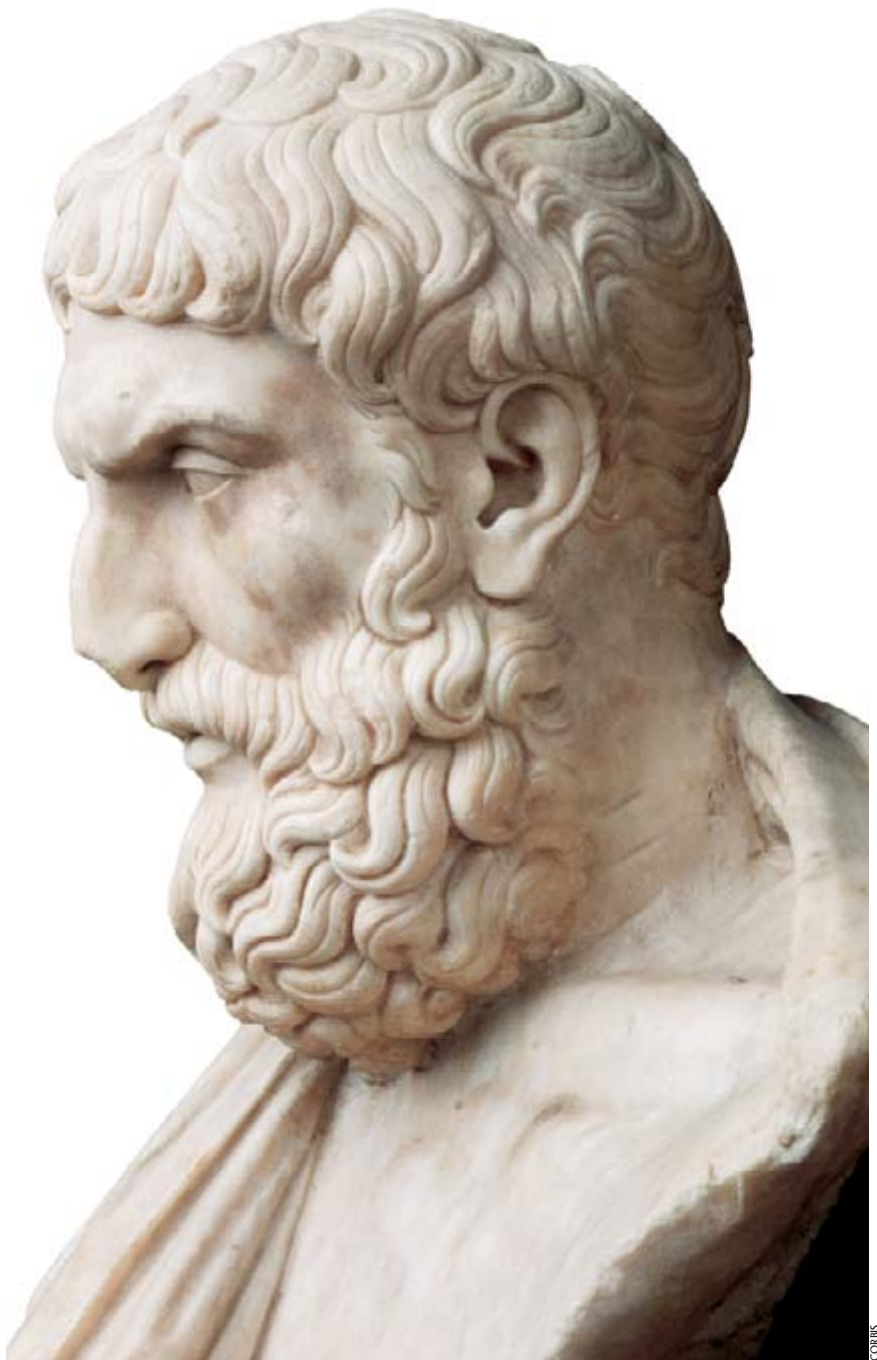
radicalmente distinto del seguido por su homólogo moderno. No estaba al servicio de una u otra política cultural, ciencia o economía. No era ningún coleccionista incansable de todo tipo de curiosidades, ni siquiera un esteta. La situación entonces difería de la actual, en la que la filosofía, integrada en los medios de comunicación y en la industria del ocio, resulta, además, un componente fijo del estilo superficial de vida, como se puede constatar en este anuncio: “Se busca: hombre, adinerado, sin hijos, con inclinaciones filosóficas”.

Antes bien, la filosofía ha constituido, desde antiguo, el corazón de la existencia humana, “una atención y presencia de ánimo continuas, una conciencia siempre despierta de uno mismo”. El filósofo clásico aspiraba a la sabiduría práctica, a la sabiduría vivida, gracias a la cual estaba él en la situación de encontrarse, aquí y ahora, de forma correcta. El filósofo antiguo se hallaba, pues, instrumentalizado en un solo aspecto: estaba al servicio de la vida.

Miedo humano ante la muerte

Hadot entiende la filosofía antigua, ante todo, como una terapia, que debe liberar a la humanidad de su miedo. Muchas son las personas que temen a la muerte. A algunas les asusta la pobreza; a otras el anonimato o la soledad. La filosofía clásica pretendía disipar estos miedos enseñando a cada individuo a ser dueño de sí mismo. Afirma Hadot: “La filosofía se entendía como un método para alcanzar independencia y libertad interior (*autarquía*). Así la vieron Sócrates y los cínicos; también Aristóteles, para quien la vida contemplativa garantiza la independencia; y Epicuro y los estoicos. En todas las escuelas filosóficas se alcanza, con métodos diferentes, la misma conciencia de la capacidad del yo humano de poder liberarse de todo aquello que le es ajeno a su persona”.

El fortalecimiento espiritual del ser humano, vulnerable en su paso por la existencia, marca la pauta de conducta de la filosofía clásica. En este sentido fue, en primer lugar y por encima de todo, filosofía práctica. El arte consiste, en especial, en no atemorizarse, en no hundirse por el dolor, por los fracasos del pasado o por las preocupaciones por el futuro y, quizá, por los golpes del destino que se avecinan. El sabio (*sofós*) está capacitado para vivir,



conscientemente, libre y equilibrado; ha aprendido a mantenerse en el presente, “sin dejarse deslumbrar por el pasado y sin intranquilizarse por el inseguro futuro”, expone Hadot.

Por otra parte, la mayoría de las escuelas filosóficas clásicas eran conscientes de que nunca había existido un solo “sabio”, si bien Sócrates y Epicuro habían estado cerca del ideal. “Se sabía —dice Hadot— que no se lograría alcanzar la sabiduría en sí misma como un estado definitivo y duradero, pero se confiaba en poder conseguirla al menos en algunos momentos singulares; y ella representaba la norma trascendente que gobernaba la acción”. Y precisamente porque no hay ninguna garantía de éxi-

to, los filósofos de la antigüedad clásica desarrollaron toda una serie de destrezas espirituales.

La práctica hace al maestro. En *Exercices spirituels et philosophie antique* (Ejercicios espirituales y filosofía antigua), una de sus obras principales que publicó en 1987, señalaba que todas las escuelas de pensamiento clásicas desarrollaron ejercicios espirituales para promover la sabiduría práctica. Recurriendo a las instrucciones transmitidas para el robustecimiento corporal, las dietas y curas, como a los innumerables ejercicios de abstinencia y de fortalecimiento, Hadot reconoce al menos tres tipos de entrenamientos espirituales: meditaciones, ejercicios intelectuales y ejercicios prácticos.

Entre las meditaciones enumera la habilidad de callar y escuchar, la atención y la contemplación. Una importante práctica de concentración consistía en ceñirse al ahora, sólo a aquello que cuenta para la acción presente. Los ejercicios intelectuales incluían memorización, educación de la fantasía y selección de las imágenes: ¿de dónde proceden, qué valen, qué hago con ellas? Otras habilidades se referían al lenguaje: ejercicios de lectura, escritura y conversación. Llevaban consigo un cuaderno de notas para retener, repetir y grabar lo que consideraban importante. La esencia del diálogo no consistía en hablar uno contra otro, sino en hablar uno con otro, y esto suponía que se aprendía a adoptar puntos de vista distintos.

Los ejercicios prácticos incluían el dominio de las emociones (por ejemplo, animosidad, curiosidad y envidia). Pero se daban también enseñanzas sobre la muerte, que llegaban hasta ensayar el suicidio. Se alentaban, asimismo, las reflexiones sobre la naturaleza, que habían de recordar que el hombre, en cuanto ser natural, forma parte del Cosmos.

En la antigüedad clásica, el arte vital era, ante todo, la enseñanza moral. Considerados en conjunto, estos ejercicios de conocimiento de uno mismo se concentraban en enseñar a los demás y a sí mismo cómo mantenerse neutral ante todo aquello que no hace al caso y cómo controlar realmente aquello en lo que puede influir;

es decir, en última instancia, en vivir intensamente en el aquí y ahora.

El orden interior como objetivo

Para Hadot el emperador romano Marco Aurelio (121-180 d.C.), por sobrenombre “el filósofo”, representa el modelo por antonomasia. Las *Reflexiones para consigo mismo* de este cultivador de la filosofía estoica no son, según Hadot, un diario personal, sino un tratado de ejercicios espirituales. Las exhortaciones de Marco Aurelio servían para inculcar las propias verdades con el fin de establecer un orden interior: “*Muchos para su retiro buscan las casas de campo, las orillas del mar, los montes: cosas que tú mismo solías desear con anhelo; pero todo esto es una vulgaridad, teniendo uno en su mano el recogerse en su interior y retirarse dentro de sí en la hora que le diere la gana; porque en ninguna parte tiene el hombre un retiro más quieto ni más desocupado que dentro de su mismo espíritu; especialmente aquel que dentro de sí tiene tal provisión de documentos, que al punto, dándole una ojeada, se halla en suma tranquilidad; la que yo ahora llamo tranquilidad, no es otra cosa que un ánimo bien dispuesto y ordenado. Date, pues, de continuo a este retiro, y rehazte de nuevo en él. Tendrás para esto ciertos recuerdos breves, como primeros principios o elementos, los cuales, prontamente reducidos a la memoria, serán eficaces para borrar y quitarte toda*

pesadumbre, y para restituirte libre de enfado a aquellas funciones a las cuales hubieras de volver”.

Para los estoicos existe una armonía entre el orden interior del hombre y un todo omniabarcante, el ordenado curso circular del Cosmos. Hadot otorga un gran valor a esa idea estoica de la conciencia cósmica: representa “el resultado de un ejercicio espiritual que consiste en hacer consciente el puesto de nuestra existencia singular en el vasto curso del Cosmos, en la perspectiva de la totalidad”.

Plena atención al instante

Hay dos aspectos importantes que son inherentes a esta dimensión cósmica y a la experiencia mística que nombran: por una parte, tiempo y eternidad —o también finitud e infinitud—, y, por otra, individualidad y totalidad. Sobre el factor tiempo, juzga Hadot: “Estoicos y epicúreos reconocen unánimes el valor ilimitado de cada instante; para ellos, la sabiduría realizada en un momento es tan plena y completa como la de una eternidad permanente; el momento es tan valioso como toda una duración infinita; sobre todo para el modelo estoico, en cada instante se encierra la totalidad del Cosmos”.

Esto supone el final de la apatía. Cada momento de la vida humana merece la pena y es digno de nuestra atención plena. Además, la conciencia cósmica repercute decisivamente en el sentido de nuestra existencia.

Pierre Hadot: un artífice vital por vocación

La filosofía como forma de vida, título de uno de los libros más conocidos de Hadot, constituye también su divisa. El tema de la filosofía aplicada permea toda su obra, que se apoya en el pensamiento clásico y medieval. La filosofía ha de ser vivida, en la senda que señaló Sócrates: “La filosofía no es un conjunto de frases que se transmiten de profesores a alumnos. Es una manera de ser, que se alcanza a través del diálogo”.

Pero, incluso durante la antigüedad clásica, se fue acentuando, cada vez más, la educación y formación de filósofos; la filosofía como arte vital perdió terreno o, para decirlo con palabras de Séneca, “se cambió el amor a la sabiduría por el amor a la escritura”. Y, sin embargo, siempre ha habido (sobre todo fuera de las universidades) pensadores que cultivaron la filosofía en su sentido originario. Hadot piensa en Descartes, Kant, Nietzsche y Wittgenstein, entre otros que concibieron la filosofía como un saber aplicado, por encima de toda otra consideración.

Pierre Hadot ha sido profesor de “Historia del pensamiento griego y romano” en el renombrado *Collège de France* de París. Ha escrito numerosos libros y artículos en el campo de la filosofía y teología clásicas.



EICHOIN (PIERRE HADOT, GÉR. 2-2-1922)

Según Hadot, en el arte de disfrutar la vida de los clásicos no se trataba de una cultura del yo, contra lo que sostenía Michel Foucault en *Preocupación por uno mismo*. Foucault tomó de la filosofía clásica la idea de que uno se puede guiar a sí mismo de muchas maneras. Aunque es obvio que la sociedad actual difiere del mundo clásico, sostiene Foucault que la imagen clásica del autocontrol es compatible con el concepto moderno de la autorrealización y de la libertad individual.

Pero Hadot rechaza tal interpretación, que considera una impostación moderna. En la filosofía antigua se trata de una superación del yo. El fin último de la sabiduría práctica clásica no era la inmanencia, es decir, la limitación al ser intramundano: “No se trata de una construcción del yo, en el sentido de una obra de arte; al contrario, remite a una superación de sí mismo o, al menos, de una práctica, con cuya ayuda el yo se asienta en la totalidad y se siente como una parte de ella”. En la obra de Hadot aparece con frecuencia una máxima de Séneca (ca. 4 a.C.-65 d.C.), filósofo estoico: “*toti se inserens mundo*”, “insertándose en la totalidad del mundo”.

La dimensión cósmica constituye para Hadot el fundamento de la actitud vital estoica. Desea conservar esa dimensión en nuestro tiempo. Aborrece de la idea de una vida que se reduce a mero pasatiempo. Hadot ve su misión en la resurrección del arte vital cósmico, en el que podamos experimentar de nuevo cada día nuestra existencia personal y considerarla con imparcialidad. Nuestra propia vida en este mundo es una maravilla inexpressable. De hecho, se despidió en 1991 del *Collège de France*, donde había enseñado últimamente, con la sentencia: “Por último, no tenemos palabras para lo que es lo más importante”.

Con todo, por impresionante que pueda parecer la visión de Hadot de un arte vital, quedan pendientes algunas objeciones. Sus perspectivas del pensamiento clásico son estrechas, pues éste no se puede reducir a la filosofía práctica, y bastaría con acentuar con algo más de fuerza el sentido original de la vertiente práctica. Hadot, además, no puede ocultar su inclinación a reducir toda la filosofía antigua a la Estoa, como si la *Ética a Nicómaco* de Aristóteles no representara un ejemplo igualmente impresionante de una ética práctica, de un carácter muy contextual.

Y por último, su apelación a la trascendencia, reflejo de su propensión espiritualista (es católico), parece cuando menos problemático desde un punto de vista tardomoderno. Las premisas premodernas estoicas de una naturaleza pura, de la que

Glosario: felicidad “a la antigua”

Estoicos. Hacia el año 300 a.C. Zenón de Citio fundó esta escuela filosófica, llamada “*Stoa poikila*” (pórtico multicolor) por el lugar donde impartía las enseñanzas en su jardín de Atenas. Según la ética de la Estoa, la verdadera felicidad (*eudemonía*) es el resultado de una conducta vital en armonía con la naturaleza y con el imperativo de la razón. Entre las virtudes fundamentales se cuentan la justicia, el valor, el dominio de sí mismo y la humanidad. La doctrina estoica ganó adeptos en el Imperio Romano, sobre todo por la acción del político y orador Cicerón (106-43 a.C.). Más tarde, se integró en las prácticas religiosas de la clase alta culta, incluido el mismo emperador Marco Aurelio (121-180 d.C.). La ética de la Estoa entraba en conflicto con la doctrina del placer de los epicúreos.

Epicuro (341-271 a.C.). Fundó en su jardín de Atenas una escuela filosófica, cuyo objetivo se situaba preferentemente en la enseñanza para el mayor arte vital posible: la máxima fortuna radica, pues, en una vida de placer y alegría, sin dolor, miedo o preocupación.

Aristóteles (384-322 a.C.). discípulo de Platón. En su *Ética a Nicómaco* Aristóteles describió la felicidad como realización de las virtudes morales. A diferencia de otros bienes, el hombre aspira a la felicidad por sí misma. El fin de toda acción estriba en una vida en armonía con los preceptos de la virtud racional; no se trata, pues, de un estado, sino de un quehacer activo.

Cínicos. Escuela filosófica que se reunía en la plaza circular de *Cínosargo*, en las proximidades de Atenas. Sostenían como ideal de vida la autosuficiencia y la austeridad radical.

formamos parte los humanos, no parecen creíbles en nuestros días.

El reto cotidiano

En este aspecto, Nietzsche y Foucault son preferibles a Marco Aurelio, pues han acreditado una mejor visión de la problemática relación entre el sujeto tardomoderno y las reglas actuales válidas: los hombres modernos están condenados a renegociar continuamente entre sí su relación con las reglas vigentes en los contextos siempre cambiantes de la praxis cotidiana. Nuestro ser más íntimo no está ya anclado en una naturaleza buena, sino que se pone en juego, de nuevo, cada día.

Debido a su insistencia en los ejercicios espirituales, la obra de Pierre Hadot resulta aquí especialmente pertinente. Sin duda, las circunstancias de la vida moderna son muy distintas de las que se daban hace dos mil años, tanto en los aspectos materiales como en los culturales. Pero el ser humano no es por ello menos vulnerable, a despecho del mito liberal de la autonomía. Nuestro legendario bienestar material cubre este hecho con un velo, como se cubrían las ropas del emperador. ¿No es realmente notable que mantengamos aún en nuestro sistema educativo la asignatura ‘deporte’ en el sentido de fortalecimiento corporal y que hayamos olvidado del todo cómo se entrena el espíritu? Ciertamente, pero

ramos mucho sobre “normas y valores”, pero apenas si somos capaces ni siquiera de formular nuestras convicciones más profundas, no hablemos, pues, de vivir conforme a ellas.

Admitámoslo tranquilos: cada uno de nosotros tiene sus peculiares flaquezas y puntos fuertes e, internamente, está más o menos “en orden”. Preciso es cultivar el yo; todo hombre necesita su programa personal de ejercicios espirituales. El gran mérito de Pierre Hadot reside en que nos ha hecho ver una forma olvidada de la educación de uno mismo que, en nuestros días, se puede cortar a medida de cada uno. Volveremos así a tener acceso a nuestra propia y rica tradición occidental de espiritualidad. ¿No deberíamos empezar a explotarla para nuestro bien?

JOEP DOHMEN es doctor en filosofía y profesor de humanidades en la Universidad de Utrecht.

Bibliografía complementaria

PHILOSOPHIE ALS LEBENSFORM. GEISTIGE ÜBUNGEN IN DER ANTIKE. Pierre Hadot. Verlag Mathias Gatz; Berlín, 1991.

WEGE ZUR WEISHEIT ODER WAS LEHRT UNS DIE ANTIKE PHILOSOPHIE? Pierre Hadot. Eichborn; Frankfurt a. M., 1999.

VISIONES NOCTURNAS. El tiempo inmediatamente anterior a la conciliación del sueño es el que entraña más peligro para las “invasiones oníricas”, pues es entonces cuando la atención más se debilita y el entorno se difumina. Es el momento ideal para que las imágenes engañosas se introduzcan en la conciencia vigil.

Alucinaciones

¿Estoy soñando o estoy despierto? Ambas cosas a la vez, dirán algunos. Paradójicamente, las visiones abren la puerta a la realidad

Patrick Verstichel

Como cada noche, los Mahler preparan juntos la cena. Ella llena los platos con rodajas de fiambre; él corta el tomate y adorna los trozos con tallos de puerros. Cuando presenta en la mesa la fuente, su mujer se queda de repente petrificada: “El pue... puerro se está mo... moviendo”, dice ella tartamudeando. Señala el mantel: “¡Ahí! ¡Se está escondiendo detrás del tarro!”. Sus ojos, hipnotizados, parecen seguir un animal invisible: “Y ahora baja por la pata de la mesa...”.

El señor Mahler intenta mantenerse sereno. ¿Se habrá vuelto loca su mujer? ¿Estará gastándole una broma pesada? Sus temores resultan injustificados. No es infrecuente que las personas, incluso a pleno día y con los ojos abiertos, “sueñen”. La señora Mahler se halla en sus plenos cabales; pero acaba de sufrir una alucinación. Lo que vio fueron imágenes internas que se superpusieron a las percibidas por los ojos.

Los investigadores del cerebro conocen bien ese fenómeno. De la percepción de esas imágenes engañosas hablan pacientes de Parkinson, quienes han sufrido un ictus o quienes llevan, por la razón que sea, días sin dormir. ¿Qué se encuentra detrás de esas fantasmagorías?

La corteza visual, responsable de la visión consciente, tiende a producir imágenes espontáneas sin que medie ningún estímulo externo. Esta circunstancia resulta perfectamente normal durante el sueño; en el curso del mismo se activan grupos dispersos de neuronas que originan impresiones ópticas inconexas que el durmiente aglutina en secuencias más o menos lógicas para hilvanar las secuencias oníricas.

En estado de vigilia pueden activarse también esos procesos. Aunque lo habitual es que dichas imágenes quedan reprimidas, pues hemos de concentrarnos en la información visual que recibimos procedente del entorno.

La señora Mahler padece una degeneración retiniana: sus ojos utilizan sólo una parte del campo visual. La retina carece de suficientes neuronas activas y la señal resultante es demasiado débil como para suprimir todas las imágenes que surgen espontáneas del córtex visual. Su percepción queda así determinada, en parte, por la realidad y, en parte, por las impresiones ópticas internas.

Tales “invasiones oníricas” pueden también obedecer a otras causas. En 1922, Jean Lhermitte estudió en el hospicio Paul Brousse de Villejuif a una paciente de 75 años que presentaba signos de lo que por entonces se denominaba

reblandecimiento cerebral. Esta enfermedad se debe a un daño vascular, que produce necrosis del tejido nervioso de la parte superior del tronco encefálico.

Lhermitte dejó anotado lo siguiente: “La paciente ve corretear por el suelo de la habitación distintas formas animales, como gatos y gallinas de una apariencia extraña, cuyas pupilas dilatadas brillan de forma llamativa... En cuanto se apresta a tocarlos, los animales desaparecen lentamente a través del suelo”. Aquella mujer no sólo veía formas vivas; decía sentir además su contacto. Pese a saber que las imágenes eran fruto exclusivo de su mente, se le aparecían las alucinaciones con una sorprendente impresión de realidad.

La autopsia revela el secreto

Hasta entonces los neurólogos habían supuesto que el tronco encefálico se limitaba a regular las funciones imprescindibles para el mantenimiento de la vida; la respiración, por ejemplo. A través de su investigación, Lhermitte infirió la participación de esa región en los procesos psíquicos superiores, que se suponían dominio exclusivo de la corteza. Ludo von Bogaert ratificaría la hipótesis años más tarde. Había éste atendido a una paciente con síntomas semejantes a los relatados por la enferma de Lhermitte; tras la autopsia realizada a su muerte, se



observó que sólo estaba dañado el tronco encefálico.

Desde ese momento se multiplicaron las descripciones médicas de experiencias alucinatorias que cursaban con lesiones en el tronco cerebral. Solían ajustarse a un patrón común. Ante sí, cual proyecciones cinematográficas, los afectados veían escenas y paisajes, que enmarcaban animales y personas, bien de tamaño normal o bien reducido; producían tal impresión de verismo, que el paciente se sentía impelido a hablar con ellos. Las figuras se movían en silencio, como en una película muda, de un sitio para otro. A esto se añadían alucinaciones acústicas —timbrazos, zumbidos, campanilleos— e impresiones acústicas complejas, como voces humanas, fragmentos musicales o cánticos.

¿Por qué pueden las lesiones del tronco encefálico suscitar tales fenómenos? Echemos un vistazo a las conexiones nerviosas. Las impresiones ópticas, que surgen en el córtex visual, son desencadenadas mediante señales procedentes de otras regiones cerebrales. Así, el córtex visual se encuentra en contacto con el cuerpo geniculado lateral, inervada por los ojos o por el área pontina, situada en la parte superior del tronco encefálico. Cuando nos hallamos en estado vigil, la información procedente de los ojos de-

termina el tipo de estímulo percibido en la corteza visual.

Durante el sueño, las señales nerviosas procedentes de los ojos son sustituidas progresivamente por las originadas en el tronco encefálico. Más tarde, en especial durante la fase REM del sueño (de “Rapid Eye Movement”), comenzamos a soñar; de hecho, la frecuencia de sueño en esa fase duplica la registrada en las restantes fases oníricas. A través de electrodos implantados se han medido, en monos y ratas, ondas de impulso características en tres regiones cerebrales: en la región pontina o puente (*pons*), en el cuerpo geniculado lateral (*corpus geniculatum laterale*) y en el córtex visual, situado en el lóbulo occipital. Se las conoce como ondas ponto-genículo-occipitales o, en forma abreviada, ondas PGO.

El córtex visual no recibe durante el sueño ninguna información sensorial procedente de los ojos. Las imágenes que surgen en nuestra conciencia no guardan relación con el presente, sino que se alimentan de recuerdos almacenados a lo largo de los días precedentes. Por otro lado, la persona que duerme percibe todo lo que ve conscientemente. De esta manera, puede contar los objetos, describir su color y tamaño exactos y seguir sus movimientos en el espacio.

Cuando estamos despiertos, las ondas PGO se mantienen inhibidas mediante distintas áreas cerebrales, sobre todo a través del locus coeruleus y de los núcleos dorsales del rafe, situados igualmente en el tronco encefálico. Ahora bien, si a consecuencia de un ictus, de un tumor o de un reblandecimiento cerebral se destruye un número considerable de neuronas de estas zonas, las ondas PGO podrían circular sin freno e imponer sus imágenes en la conciencia vigil.

En los enfermos de Parkinson el cerebro puede hallarse tan degradado, que resulte imposible controlar las fases REM. En estos pacientes suelen degenerar las regiones del tronco encefálico que gobiernan los movimientos. Lo que no obsta para que, por paradójico que parezca, sufran frecuentes alucinaciones. Hace unos años, el grupo encabezado por Isabelle Arnauf, del Hospital de la Salpêtrière de París, llevaron a cabo registros continuos durante las 24 horas del EEG, de la actividad muscular y de los movimientos oculares de pacientes de Parkinson; demostraron que las imágenes engañosas aparecían sólo si los sujetos se hallaban en reposo; caían brevemente en una fase REM, sin ser conscientes de ello.

Dos autopsias pusieron de manifiesto que las lesiones del tronco encefálico característicamente parkinsonianas habían

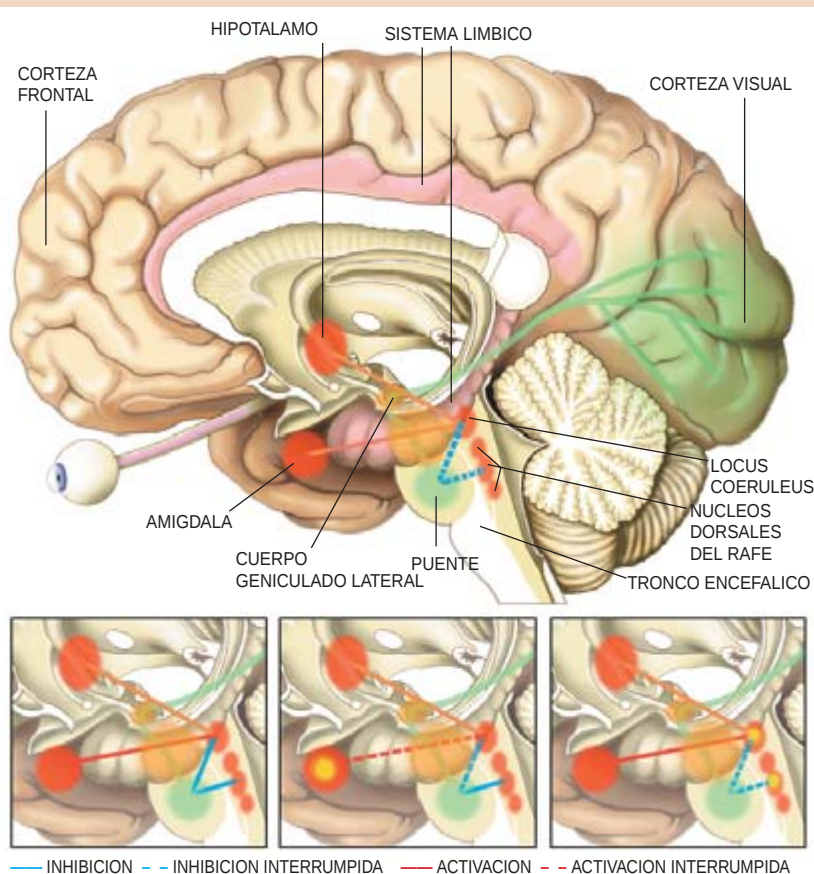
En la marea de las alucinaciones

¿Cómo se abren paso los sueños hasta la conciencia a pleno día? En el proceso visual normal, las informaciones procedentes de los ojos se transmiten al cuerpo geniculado lateral a través del nervio óptico. De allí pasan al córtex visual, responsable de la percepción consciente de las imágenes del entorno.

Durante el sueño el ojo se encuentra neuronalmente “desconectado”. En la fase REM (Rapid Eye Movement) se observa, en cambio, otra actividad neuronal característica; parte de la región pontina (*pons*) del tronco encefálico y se dirige a través del cuerpo geniculado lateral (*corpus geniculatum laterale*) hasta alcanzar la corteza visual, situada en el lóbulo occipital (*vías verdes*). En razón de las estructuras cerebrales involucradas en esta actividad neuronal se las denomina ondas ponto-genículo-occipitales o, abreviadamente, ondas PGO.

Cuando estamos despiertos, los núcleos dorsales del rafe y el locus coeruleus mantienen inhibidas las ondas PGO. El locus depende además del estímulo activador procedente de la amígdala y del hipotálamo (situación a).

Si falla la activación procedente de la amígdala, por culpa de una lesión, el locus coeruleus no puede suprimir entonces las ondas PGO (situación b). De la misma manera, un daño localizado a nivel de los núcleos del rafe o del locus coeruleus permite la propagación de las ondas PGO (situación c). Tan pronto como las ondas PGO inundan la corteza visual, el sujeto afectado comienza a soñar, no obstante hallarse completamente despierto.



Si la corteza frontal permanece activa, el sujeto que en esos momentos está soñando despierto puede describir su alucinación. En cambio, en el llamado onirismo —cuyo ejemplo más conocido es el delirio de priva-

ción alcohólica— esta región cerebral queda silente. Ante ello, se activa el sistema límbico, la sede de nuestras emociones. Por eso en el delirium tremens las alucinaciones se encuentran unidas a fuertes sentimientos.

alcanzado una extensión llamativa en los enfermos que además sufrían alucinaciones, lesiones que afectaban también al locus coeruleus. Por otro lado, en los pacientes parkinsonianos pueden alterarse campos del lóbulo frontal que se utilizan en el pensamiento lógico y valorativo. Ello explicaría por qué les resulta tan difícil a estos enfermos distinguir lo real de lo irreal.

La caída repentina en el sueño: la “narcolepsia”

Los sueños diurnos obedecen a una causa distinta en los sujetos afectados de narcolepsia. Los narcolépticos se quedan súbitamente dormidos en pleno día, sin que puedan hacer nada para evitarlo. En los casos más extremos sucumben ante

el sueño, incluso durante la marcha. Los músculos se relajan, el sujeto se desploma y, apenas transcurridos breves segundos, empieza a soñar debido a que las ondas PGO inundan su cerebro. En condiciones normales, la amígdala y el hipotálamo se encargan de reprimir las ondas PGO mediante la activación del locus coeruleus. Sin embargo, en los narcolépticos estas dos estructuras parecen descuidar en ocasiones sus tareas habituales.

Mediante la implantación de electrodos en la superficie craneana podemos medir la actividad cerebral de los narcolépticos. Durante un episodio, el enfermo salta a la fase de sueño profundo, para caer de inmediato en sueño REM. Además, estos individuos, a diferencia de lo que sucede habitualmente cuando se concilia el sue-

ño, no se dan cuenta en absoluto de que se quedan adormilados. Se produce esa extraña situación consistente en que el paciente narcoléptico sueña mientras piensa que se encuentra despierto. Cuando, minutos después, despierta realmente sigue convencido de que sus visiones procedentes de la fase REM eran reales.

Los sueños vigiles de los narcolépticos, nítidos, se tiñen de un vistoso colorido. Afloran formas geométricas más o menos complejas; unos se contemplan sentados en un sillón, otros se encuentran con personas extrañas al pie de la cama y otros afirman haber visto animales deambulando a su alrededor.

Resulta comprensible que tales alucinaciones les produzcan temor: por lo común, no pueden moverse durante el

El “yo” en el sillón

Guy de Maupassant describió admirablemente, en *Lui*, una alucinación que él mismo había sufrido. Muy posiblemente se hallara su origen en una infección sifilítica que contrajo en su juventud. A consecuencia de los efectos secundarios tardíos de esta enfermedad, Maupassant acabaría con una demencia a los 41 años.

“Entonces cerré la puerta dando dos vueltas de llave. Me sentí así más seguro. Al menos nadie podía entrar por sorpresa. Sentado, reflexioné sobre las circunstancias de mi aventura. Después me fui a la cama y apagué la luz. Al principio, durante algunos minutos, nada hubo de particular. Estuve tumbado boca arriba tranquilamente. Luego sentí la imperiosa necesidad de mirar en torno y me apoyé sobre un costado. En la chimenea sólo había ya dos o tres brasas; lo suficiente para permitirme

ver con sus difusos reflejos las patas del sillón, y me pareció que había vuelto a sentarse el hombre. Encendí una cerilla con un rápido movimiento.

“Me había equivocado. No vi a nadie. Sin embargo, me levanté y me llevé arrastrando el sillón detrás de mi cama. Volví a apagar la luz e intenté conciliar el sueño. No llevaba ni cinco minutos adormilado cuando se me apareció, en sueños, pero tan claro como si lo viera en realidad, otra vez el hombre sentado en el sillón, repitiéndose nuevamente la escena vespertina. Fuera de mí, desperté angustiado, encendí la luz, y me quedé sentado en la cama sin atreverme a cerrar los ojos. Sin embargo, por dos veces el sueño consiguió, a mi pesar, doblegar mi resistencia; y por dos veces el mismo fenómeno se reprodujo. Creí volverme loco.”

tiempo que dura el ataque. Aunque saben que se hallan sometidos a alucinaciones, optan por cerrar con llave la puerta del dormitorio, si no se protegen incluso con un arma, tan intensa e insoportable es la visión sufrida.

Los narcolépticos experimentan también alucinaciones acústicas, como ruidos, campanilleos, palabras comprensibles e incomprensibles o cánticos. Algunos oyen, una y otra vez, que alguien profiere su nombre. En casos más raros pueden llegar a experimentar alucinaciones olfatorias, gustativas o perceptivas, como la sensación de que un animal les está rozando o les está haciendo cosquillas.

Por consiguiente, en lesiones del tronco encefálico, en la enfermedad de Parkinson y en narcolepsia, sobrevienen a la conciencia vigil una serie de visiones incontroladas. Estas visiones no son comparables con las de los sueños verdaderos, donde se mezclan simultáneamente varios temas. Además, en los sueños la relación con la realidad es hartamente más endeble.

Una forma sumamente intensa de pérdida de la realidad acontece con otro tipo de invasión onírica. No se trata ahora de una lesión que desencadene ondas PGO, sino de una carencia de sueños REM nocturnos. Diríase que esa fase se ve obligada a procurarse un sitio durante el período diurno. Una de estas anomalías —el llamado onirismo— fue descrita en 1900 por Emmanuel Régis: en determinadas enfermedades infecciosas o intoxicaciones aparecían de repente alucinaciones en estado vigil en forma de torbellino de ilusiones pseudooníricas.

El caso más conocido de onirismo es el delirium tremens. Suele observarse en alcohólicos. El alcohol a altas dosis impide la fase REM del sueño, por eso en estado de embriaguez se sueña muy poco o nada.

Tan pronto como a un adicto se le suprime la droga su cerebro intenta recuperar lo perdido, cayendo en mitad del día en fases REM. Los alcohólicos ven, con la conciencia plenamente despierta, reptiles o insectos gigantes que irrumpen en su campo visual.

Al contrario de lo que sucede con los narcolépticos, los sujetos que padecen delirium tremens pierden a menudo el sentido del tiempo y la orientación. No se expresan con coherencia, inventan sucesos y se muestran intranquilos e incluso agresivos. Parece, además, que toman parte activa en sus sueños vigiles, como cuando intentan defenderse de amenazas imaginarias.

Salto temporal en el delirio

Los médicos que han abordado el onirismo resaltan los paralelismos existentes entre esta alteración y los sueños. En ambos casos, el tiempo transcurre a saltos. Por otro lado, a los pacientes les resulta tan difícil como a los sujetos normales recordar, tras el sueño, las escenas de sus visiones. Sufren una amnesia parcial, como si su memoria tuviera lagunas. Lo mismo que en los sueños, por último, interviene el sistema límbico. Compete a éste asociar las percepciones con los sentimientos, confiriendo a las imágenes, tonos o contactos un carácter agradable o desagradable. Por esa razón, los sujetos que padecen de onirismo experimentan sus visiones con una participación interior mucho más intensa.

Necesitamos las fases REM del sueño para mantener nuestro equilibrio psíquico. Durante su transcurso se afirman los contenidos de la memoria y se “recupera” el cerebro en su conjunto. Los sujetos que voluntariamente han permanecido sin dormir durante largos períodos acabaron

sufriendo alucinaciones. Durante el sueño prolongado se van acumulando sustancias como la orexina o la adenosina que, cuando alcanzan un determinado umbral, desencadenan la fase REM.

Acontece asimismo que en algunos pacientes hospitalarios sometidos a tratamiento intensivo los sueños y la realidad se entremezclan. Los dolores, la iluminación ininterrumpida o un nivel alto de ruido impiden que el paciente pueda alcanzar un sueño profundo y las correspondientes fases REM. Transcurridos algunos días la necesidad de soñar se hace tan perentoria, que literalmente sueñan con los ojos abiertos. El mejor tratamiento para estos pacientes consiste en acabar cuanto antes con el tratamiento intensivo y trasladarlo a los servicios normales a fin de que pueda encontrar allí la necesaria tranquilidad.

PATRICK VERSTICHEL es neurólogo en el Centro Hospitalario de Crêteil.

Bibliografía complementaria

COMPLEX VISUAL HALLUCINATIONS. CLINICAL AND NEUROBIOLOGICAL INSIGHTS. M. Manford y F. Andermann en *Brain*, vol. 121, págs. 1819-1840; 1998.

HALLUZINATIONEN. R. K. Siegel. Rowohlt; Reinbek, 1998.

HALLUCINATIONS, REM SLEEP AND PARKINSON'S DISEASE. A MEDICAL HYPOTHESIS. I. Arnulf et al. en *Neurology*, vol. 55, págs. 281-288; 2000.

DREAMING AND THE BRAIN: TOWARDS A COGNITIVE NEUROSCIENCE OF CONSCIOUS STATES. J. A. Hobson en *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 23, n.º 6, págs. 793-842; 2000.

NARKOLEPSIE. G. Mayer. Thieme; Stuttgart, 2000.

Nódulos de Ranvier

La vaina de mielina que envuelve las prolongaciones de las neuronas presenta a intervalos regulares un estrangulamiento, el nódulo de Ranvier, cuya estructura celular y organización molecular empezamos a conocer

Jean-Antoine Girault

La extraordinaria capacidad de tratamiento de información del tejido nervioso descansa, ante todo, en las propiedades de las principales células que lo integran, las neuronas. Compete a éstas producir y conducir potenciales de acción, es decir, señales eléctricas. Las neuronas disponen de numerosas prolongaciones: dendritas, que reciben la información procedente de otras neuronas a través de las sinapsis, y un axón, que transmite a otras células esta información. Los axones pueden alcanzar gran longitud.

El potencial de acción se genera, por lo general, en el soma celular de una neurona. Se propaga a lo largo del axón, que es casi siempre único, pero del que pueden nacer ramificaciones. A veces, las terminaciones de un axón se encuentran muy próximas al soma celular del cual depende; otras neuronas, sin embargo, presentan axones muy largos, que las vinculan con dianas muy distantes del soma.

Al segundo caso pertenecen ciertas neuronas motoras cuyo soma celular está situado en la médula espinal y cuyas terminaciones se hallan en los músculos de las extremidades, o llegan hasta las manos o los pies. En el hombre, la longitud de tales axones pasa de un metro (pudiendo ser de varios metros en los grandes mamíferos), mientras que los somas celulares de mayor tamaño no alcanzan una décima de milímetro. ¿De qué modo logra la naturaleza garantizar la propagación rápida y eficaz de los potenciales de acción a tales distancias mediante “cables”—los axones—cuyo diámetro es del orden de la centésima de milímetro?

Vaina de mielina

Las neuronas interactúan estrechamente con las otras células del sistema nervioso, las células gliales. Así las llamó el neuropatólogo berlinés Rudolf Virchow (1821-1902), quien las compara-

ba a un pegamento que cohesionaba a las neuronas.

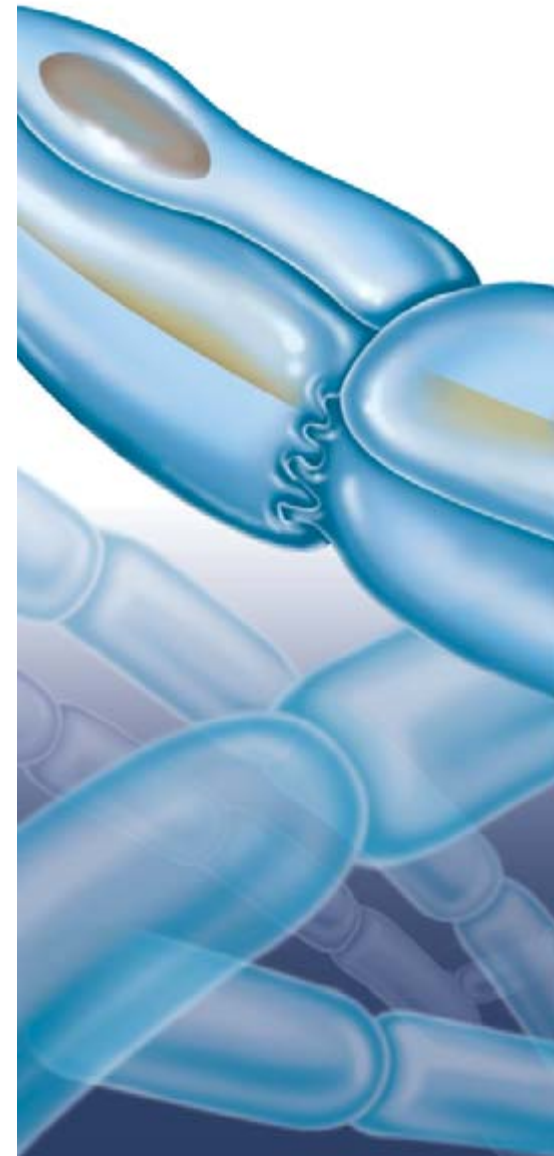
En los vertebrados, la función más notoria de las células gliales es la de formar la vaina de mielina que envuelve los axones, la cual desempeña un papel esencial en la propagación de los potenciales de acción. En los nervios periféricos tal funda aislante está constituida por las células de Schwann, mientras que en el sistema nervioso central está compuesta por los oligodendrocitos. La vaina miélica se encuentra interrumpida a intervalos regulares por unos estrangulamientos anulares, que fueron descritos por un histólogo francés, Louis-Antoine Ranvier (1835-1922), discípulo de Claude Bernard; en su honor se llamaron nódulos de Ranvier.

Es conocido el papel esencial que desempeñan los nódulos de Ranvier en la propagación del potencial de acción en las fibras mielinizadas. Se están descubriendo ahora las configuraciones celulares y moleculares que garantizan el aislamiento eléctrico a su nivel. Tras haber recordado cómo se propaga un potencial de acción, examinaremos la disposición de las células mielinizantes entre dos segmentos de mielina, así como las interacciones de estas células y del axón que se encargan de aislar.

Canales iónicos

Para comprender la función de la vaina de mielina veamos cómo se propaga un potencial de acción en una fibra sin mielinizar. Las neuronas, al igual que todas las células, son portadoras de una pequeña carga eléctrica respecto al medio que las rodea, debido a que los iones de sodio (Na^+), potasio (K^+) o cloruro (Cl^-) están repartidos de forma desigual a uno y otro lado de la membrana celular. Tal asimetría es consecuencia de la existencia de bombas, proteínas que se encargan de introducir en las células iones potasio y expulsar de ellas iones sodio (hay una gran concentración de iones potasio en el interior de las células).

Considerado el fenómeno en su conjunto, se respeta la neutralidad eléctrica, lo mismo en el interior que en el exterior de las células. Si la membrana fuese impermeable a los iones sodio y potasio, no habría diferencia de potencial entre el interior y el exterior de las células. Ahora bien, puesto que la membrana sí es, aunque muy ligeramente, permeable



para los iones potasio, éstos tienden a salir de las células. Tales iones tienen carga positiva; su salida comporta una polarización negativa del interior de las células con respecto a su exterior. Esta diferencia de potencial frena la salida de iones potasio; no tarda en obtenerse un equilibrio, equilibrio que se alcanza para un potencial intracelular de reposo que es negativo, y está comprendido entre -60 y -70 milivolt en el caso de las neuronas.

La apertura de canales de sodio rompe el equilibrio y genera un potencial de acción. Ciertas proteínas de la membrana neuronal abren poros en ella y permiten el tránsito selectivo de iones sodio. Por ser la concentración de iones sodio en el exterior de las células diez veces mayor que en su interior, éstos invaden masivamente la neurona, hasta que se alcanza el potencial de equilibrio del sodio. (Acontece cuando el interior de la célula adquiere carga positiva con un potencial de unos 50 milivolt.)

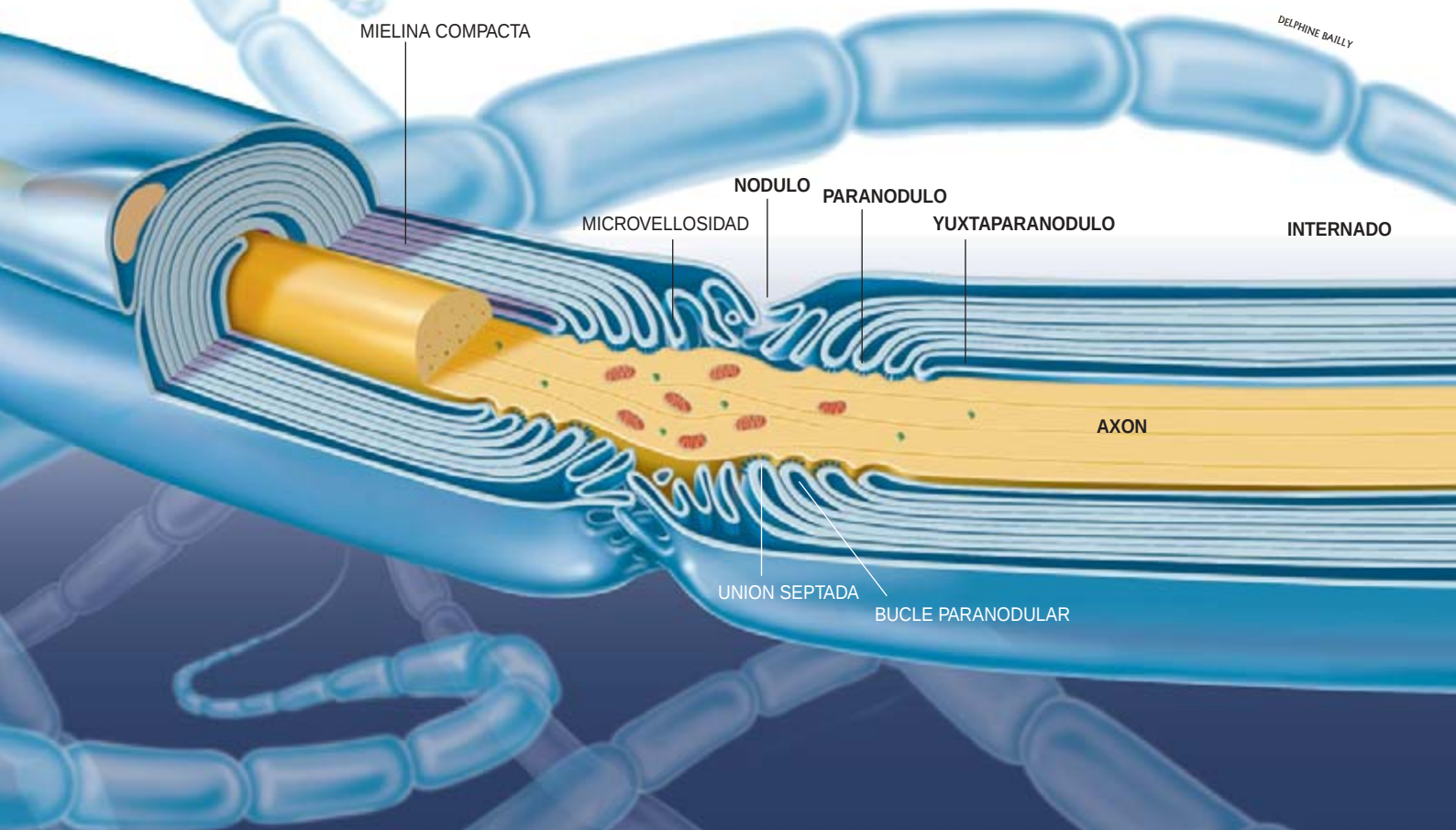
Recordemos que, por convenio, la corriente eléctrica se desplaza en sentido contrario al de los electrones; en este caso, en el mismo sentido que los iones positivos de sodio o de potasio. Tamaña invasión de iones positivos entraña una disminución local del potencial de membrana: se dice que hay despolarización. Es de señalar que la apertura de los canales de sodio se produce de forma espontánea cuando el potencial local de la membrana pasa de -70 a -40 milivolt. La apertura de los canales de sodio provoca una despolarización local que conlleva la apertura de otros canales sodio sitos en las proximidades, y así sucesivamente. Esta es la forma en que nace y se propaga el potencial de acción. El fenómeno se contagia por vecindad, sin disminución de amplitud; en cada punto, la apertura de los canales de sodio engendra un potencial de acción del mismo valor.

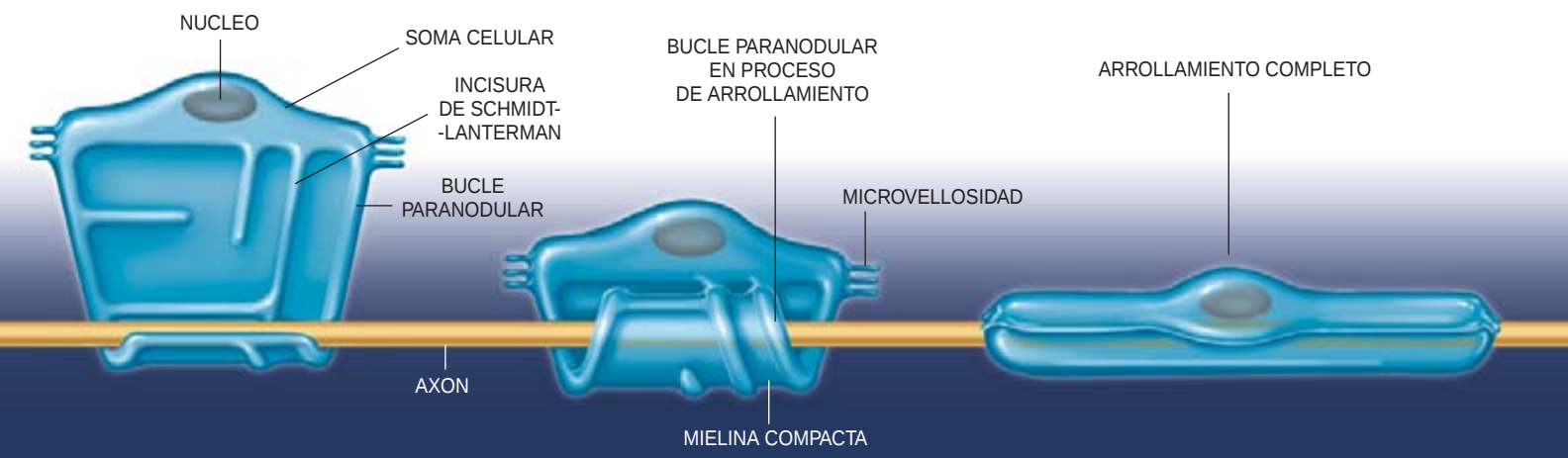
La apertura de los canales de sodio es transitoria, volviendo a cerrarse con la presteza con que se abrieron (se dice que se in-

activan). Cesa la entrada de corriente y el potencial de acción retorna al valor de reposo. Existe en muchas neuronas un segundo mecanismo que acelera la repolarización: consiste en la apertura de canales de potasio, que es ligeramente más lenta que la de los canales de sodio, aunque más prolongada. Esta apertura, responsable de una salida de corriente, tiende a devolver el potencial de acción al potencial de reposo.

Tras cada potencial de acción existe una fase transitoria, el llamado período refractario. Durante esa fase, la neurona no puede ser excitada, pero sí es posible que se abran de nuevo los canales de sodio, fenómeno que es reforzado por la hiperpolarización debida a la apertura de canales de potasio. Este mecanismo explica que la propagación del potencial de acción sea unidireccional: el potencial sólo puede desplazarse en la dirección en la que todavía existen canales de sodio “frescos”, prestos a abrirse, mientras que “curso arriba”, los canales son, transitoriamente, inexcitables.

1. NODULOS DE RANVIER: corresponden a la articulación de dos tramos de vaina de mielina, modelados, en el sistema nervioso periférico, por sendas células de Schwann, o, en el sistema nervioso central, por dos prolongaciones de oligodendrocitos. Cada tramo forma una vaina aislante que envuelve el axón. En el caso de las células de Schwann representadas aquí, las microvellosidades, ubicadas en la extremidad lateral de los arrollamientos, se incurvan hacia el axón. Unos andamiajes moleculares garantizan la adherencia de la célula de Schwann al axón, en especial, en la región de los paranódulos; aquí, uniones de tipo septado definen un anclaje privilegiado. El potencial de acción “va saltando” de un nódulo de Ranvier al siguiente.





DELPHINE BAILLY

2. LAS CELULAS DE SCHWANN se encuentran arrolladas alrededor del axón de las neuronas del sistema nervioso periférico, a la manera de hojuelas de repostería. Hemos representado una célula de Schwann parcial o completamente desenrollada (una acción imposible en la realidad). Las caras inferior y superior de la célula se hallan adheridas entre sí a lo largo de la mayor parte de sus superficies, formando la mielina compacta, salvo en las zonas donde subsiste el citoplasma, aquí mostradas como prominencias o abombamientos. En la realidad, estos abombamientos forman canales (o tubos) por donde circulan moléculas del soma celular externo hasta la región situada a lo largo del axón. En los extremos de la célula que contornean el nódulo de Ranvier, estos abultamientos que contienen citoplasma se arrollan en hélice, formando los bucles paranodulares. Por último, las extremidades laterales de las células de Schwann emiten microvellosidades que cubren el nódulo de Ranvier.

¿De qué depende la velocidad de propagación del potencial de acción en las fibras no mielinizadas? Las leyes de la física demuestran que el factor esencial es el diámetro del axón. Cuanto mayor sea éste, tanto más importantes serán las corrientes locales generadas por el potencial de acción y mayor la medida en que implican la apertura de canales de sodio alejados, con aumento de la velocidad de propagación del potencial de acción. Vemos así que los axones de los grandes invertebrados marinos, como el calamar, llegan a tener un milímetro de diámetro. Tal aumento de tamaño, necesario para la propagación rápida de los potenciales de acción en los axones no mielinizados, presenta inconvenientes obvios: ¿para alcanzar unas prestaciones equivalentes a las alcanzadas merced a la mielina, una médula espinal humana compuesta exclusivamente por fibras no mielinizadas debería tener un diámetro de varios decímetros! Fue la mielinización la que trajo consigo, en el curso de la evolución, una solución eficaz para el problema de la conducción rápida de los potenciales de acción, sin incremento excesivo del diámetro de los axones.

Mielina para velocidades de competición

Los canales de sodio, en lugar de hallarse repartidos de forma homogénea a lo largo de la membrana axonal, como ocurre en

las fibras no mielinizadas, están agrupados en los nódulos de Ranvier. Por ello, cuando la membrana axonal de un nódulo de Ranvier queda despolarizada, se abren simultáneamente un gran número de canales de sodio, lo que genera un potencial de acción y corrientes locales de gran intensidad. Como la fibra se halla envuelta en una vaina aislante, no existen fugas eléctricas entre el interior y el exterior del axón; estas corrientes locales se propagan hasta el nódulo vecino, en el cual desencadenan un potencial de acción por apertura de canales de sodio.

El potencial de acción “va saltando” de un nódulo al siguiente. A igual diámetro, la conducción de una fibra mielinizada es de 10 a 100 veces más rápida que la de una fibra no mielinizada, pasando de la velocidad de un caminante (del orden de 1 metro por segundo) a la de un fórmula 1 (del orden de 100 metros por segundo).

Por consiguiente, la vaina de mielina desempeña un papel fundamental en la propagación de los potenciales de acción. Esa funda permite, además, ahorrar energía. Las bombas de sodio son grandes consumidoras de energía, y basta un pequeño número para restablecer la concentración de iones de sodio, ya que estos desplazamientos acontecen en unas zonas muy determinadas, los nódulos de Ranvier. (Los canales de sodio se alojan de manera especial en los nódulos de Ranvier.)

La mielina desempeñaría también un papel de sostén y protección de los axones. Son conocidas numerosas enfermedades de origen genético en las que la mutación de una proteína implicada en la formación de la vaina mielínica comporta anomalías funcionales importantes, lo mismo en el sistema nervioso central que en los nervios periféricos. Otras dolencias que podrían afectar a la mielina son de origen inflamatorio, como es el caso, por ejemplo, de la esclerosis en placas.

Para comprender la forma en que estas enfermedades perturban el funcionamiento normal del sistema nervioso, y desarrollar las oportunas estrategias terapéuticas, es necesario elucidar la organización y el funcionamiento normal de las fibras mielinizadas.

Un diálogo entre el axón y las células gliales

La formación de la vaina de mielina se basa —lo hemos visto ya— en células de dos tipos, las células de Schwann en el sistema nervioso periférico y los oligodendrocitos en el sistema nervioso central. Pese a las diferencias entre estos dos tipos de células, la formación de la vaina de mielina —la mielinización— posee en ambos casos muchos puntos comunes.

La mielinización tiene lugar durante el crecimiento del individuo, casi siempre, en el período subsiguiente al nacimiento. La célula mielinizante, al entrar en contacto con el axón, emite una prolongación que va progresivamente aplanándose y arrollándose en torno a dicho cordón. Se desconocen todavía los detalles de este arrollamiento, pero se sabe que las membranas adyacentes a la célula glial se reúnen en capas y que los espacios intracelulares van desapareciendo progresivamente, dando lugar a una estructura en lamelas: la mielina compacta. Una vez completo el arrollamiento, sólo la región que circunda al núcleo conservará un citoplasma como el de cualquier otra célula.

Existe en la célula mielinizante otra pequeña zona, situada en la periferia celular, que no se aplanar y conserva su citoplasma. Esta región forma un abombamiento que contiene citoplasma (una especie de conducción tubular) que corre a lo largo del axón y se enrolla en hélice en torno a éste en la extremidad lateral de la célula mielinizante. Así pues, cada nódulo de Ranvier se encuentra flanqueado por un abultamiento enrollado de forma regular alrededor del axón, que dibuja, visto en sección longitudinal, bucles paranodulares (véase la figura 2).

En ciertos lugares de la funda mielinica subsisten otros canales citoplasmáticos (otros "tubos"), especialmente en el sistema nervioso periférico: se trata de las incisuras o surcos de Schmidt-Lanterman. Los bucles paranodulares y los surcos de Schmidt-Lanterman impiden que el enrollamiento de las células de Schwann o las prolongaciones de los oligodendrocitos los transformen en hojuelas de mielina aplanadas y enrolladas de forma compacta. Estas estructuras proveen a los espacios de membranas no adosadas, formando canales enrollados en hélice alrededor del axón. Con toda probabilidad, los canales en cuestión cumplen una función esencial, pues permiten la circulación de moléculas del citoplasma entre el soma de la célula mielinizante y la región que rodea al axón.

Simultáneamente a estos movimientos de enrollamiento, las células de Schwann o las prolongaciones de los oligodendrocitos se extienden a lo largo del axón. Cada segmento en proceso de mielinización se encuentra inicialmente alejado de sus vecinos; se va desarrollando después hasta unirse a ellos. El axón queda recubierto así por una vaina discontinua, interrumpida por los nódulos de Ranvier.

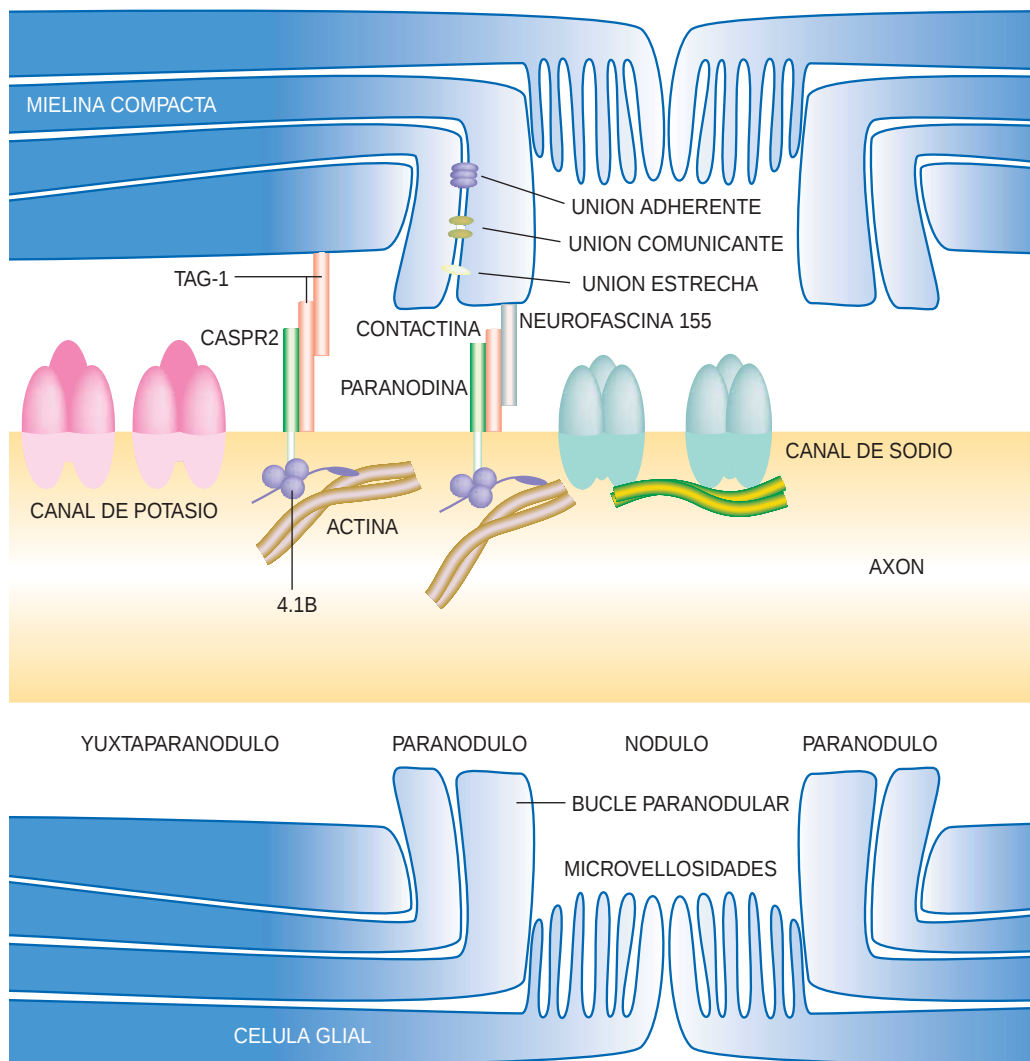
A pesar del parecido de sus mecanismos generales, existen diferencias notables entre las células de Schwann y los oligodendrocitos. Las células de Schwann mielinizantes rodean a un solo axón, a menudo de gran diámetro, mientras que un oligodendrocito envía varias prolongaciones que forman sendos segmentos de la vaina mielinica de un axón. Además, la región lateral de la célula de Schwann emite microvellosidades, prolongaciones diminutas que cubren la región del nódulo de Ranvier. No existe en el sistema nervioso central una estructura similar; en éste, la región nodal se encuentra a menudo recubierta por una prolongación emitida por otro tipo de célula glial, los astrocitos.

Así pues, la formación de la vaina de mielina y de los nódulos de Ranvier se halla perfectamente orquestada en el es-

pacio y en el tiempo. Una organización tal entraña un diálogo entre la membrana de las células gliales mielinizantes y la membrana de los axones, así como entre las caras de las células gliales que se hallan en aposición tras su enrollamiento. Se sabe,

por ejemplo, que los bucles paranodulares se encuentran ligados por uniones muy estrechas y adherentes (véase la figura 3). Están vinculados también por otras uniones, llamadas comunicantes, que forman canales en las membranas y permiten la

3. EN LOS CONTACTOS entre células gliales mielinizantes y axones intervienen diversas proteínas que forman andamiajes moleculares. En la región de los paranódulos, la paranodina está anclada en el axón y vinculada a una proteína intraaxonal, la proteína 4.1B, que actúa de puente con la actina. La contactina y la paranodina asociadas en la membrana axonal guardan relación con la neurofascina 155, anclada en la membrana del bucle glial. En la región yuxtaparanodular, el espacio entre la célula glial y el axón es más amplio; las proteínas cambian de identidad. El enlace entre la célula glial y el axón es más laxo. En los yuxtaparanódulos se mantienen los canales de potasio, ya que interactúan con los complejos Caspr2/TAG y, además, porque las proteínas paranodulares impiden su difusión hacia el nódulo. Los canales de sodio, esenciales para la propagación del potencial de acción, se hallan anclados en las regiones nodulares a través de sus interacciones con proteínas del citoesqueleto del axón. Los bucles paranodulares, por último, están ligados unos a otros por uniones muy estrechas y adherentes, así como por uniones comunicantes que permiten el paso de pequeñas moléculas desde un bucle hacia su vecino.



circulación de moléculas pequeñas entre el citoplasma de bucles adyacentes.

Las uniones comunicantes desempeñan un papel esencial, pues las mutaciones que las perturban son responsables de neuropatías hereditarias (enfermedades de los nervios) en el hombre. Se acaban de descubrir algunas de las construcciones moleculares subyacentes a las interacciones de las células gliales y los axones, lo que arroja luz sobre la organización de los nódulos de Ranvier.

Uniones septadas en las inmediaciones de los nódulos de Ranvier

En la región de los paranódulos, las junturas entre los bucles paranodulares de las células gliales y los axones reciben el nombre de uniones septadas; entre dos células hay diminutos tabiques espaciados con regularidad (en latín, *saepium* significa *tabique*). Las uniones septadas aseguran la cohesión del edificio celular, pues anclan firmemente la célula glial al axón. Permiten aislar el nódulo de Ranvier del resto del axón, condición esencial para su función.

La primera proteína abundante en las junturas paranodulares fue aislada por nuestro equipo, en colaboración con Pa-

tricia Gaspar, de la Unidad INSERM U 106, en 1996. Le dimos el nombre de paranodina, en razón de su ubicación. Esta misma proteína fue identificada de forma independiente por Elior Peles, de la Sociedad *Sugen* de California, con carácter de proteína asociada a la contactina (una proteína de adherencia celular). Peles la denominó Caspr (del inglés *Contact-Associated Protein*).

Diversos equipos han efectuado recientemente trabajos que permiten establecer un esquema preciso de los andamiajes moleculares de las uniones paranodulares que aseguran el anclaje de las células gliales al axón. La paranodina/Caspr atraviesa la membrana del axón y, asociada a la contactina, se liga a la neurofascina 155, alojada en la membrana del bucle glial. Sin la contactina, la paranodina/Caspr queda atrapada en el interior de la célula y no puede alcanzar su ubicación normal en la membrana del axón. La paranodina/Caspr tiene también la capacidad de anclarse al citoesqueleto del axón y, en particular, a los filamentos de actina, interactuando con una proteína adaptadora axonal, la proteína 4.1B. Esta proteína adaptadora forma parte de la familia de la proteína 4.1; se descubrió en los glóbulos rojos, a los que confiere su morfología

peculiar de disco bicóncavo, pues ancla su membrana al citoesqueleto.

Las proteínas de las uniones paranodulares son vitales. En ratones modificados genéticamente para que no expresen la paranodina/Caspr, se ha observado que presentan uniones paranodulares anómalas y carecen de uniones septadas. Los roedores sufren trastornos funcionales importantes, con notable disminución de la velocidad de conducción de las fibras mielínicas, que entraña la muerte de tales mutantes en las semanas siguientes al nacimiento.

Canales de sodio

Empezamos a descifrar los pormenores de la organización molecular de las junturas paranodulares. Se ignora, en cambio, la forma en que los canales de sodio, cruciales para la conducción del potencial de acción, se acumulan en las cercanías de los nódulos de Ranvier. Si sabemos que la acumulación está provocada por el contacto entre axón y células gliales durante una fase precoz de la mielinización. En ausencia de células gliales no existe formación de agregados de canales de sodio a lo largo del axón, lejos del soma celular.

En el sistema nervioso periférico los canales de sodio se acumulan directamente, según parece, al entrar en contacto con las prolongaciones (microvellosidades) de la célula de Schwann. La agregación de canales de sodio en el sistema nervioso central podría deberse a una proteína segregada por los oligodendrocitos.

Subrayemos que los canales de sodio no se encuentran aislados en la membrana del axón. Por un lado, se hallan anclados a proteínas del citoesqueleto submembranal, cuya existencia es esencial, y que forman una armadura capaz de alojar los canales de sodio; por otro lado, estos canales se asocian a proteínas de adherencia, que probablemente sean las receptoras de los factores de origen glial que acabamos de mencionar, y que desempeñan un papel esencial en la formación de los nódulos de Ranvier.

Canales de potasio

¿Qué se puede afirmar de los canales de potasio? Existen múltiples variedades; abundan en ciertas regiones del axón. Algunos de estos canales se ubican en la región del axón yuxtapuesta al paranódulo, que se llama yuxtaparanódulo. Otros se evidencian en el propio nódulo de Ranvier. Aunque no se tiene una comprensión plena de la función de los canales de potasio situados en los yuxtaparanódulos bajo la vaina de mielina, datos recientes arrojan luz sobre sus mecanismos de acu-

Moléculas persistentes en el curso de la evolución

Las uniones septadas que garantizan la adherencia al axón de las prolongaciones de los oligodendrocitos o de las células de Schwann existen también en los insectos; así, en drosófila. En cambio, tales uniones septadas son raras entre los vertebrados. Bien conocidas en los invertebrados, aseguran la cohesión de las células epiteliales. Aunque las uniones septadas paranodulares y las uniones septadas de los insectos ofrecen un aspecto muy diferente al microscopio electrónico, se componen de moléculas afines.

La proteína neurexina IV, similar a la paranodina/Caspr, abunda en las uniones septadas de la drosófila. Se encuentra también presente en las uniones septadas de las células gliales que separan los axones de la hemolinfa (homóloga, en los insectos, de la barrera hematoencefálica que se interpone entre la sangre y el cerebro en los vertebrados). En ausencia de neurexina IV, las uniones epiteliales y la barrera hemolinfa-neurona se forman deficientemente; la larva no sobrevive. Asimismo, la neurexina IV interactúa

con los homólogos de la contactina, de la neurofascina 155, y de la proteína 4.1B en la mosca.

Es probable que la imagen que tenemos de los complejos proteicos implicados en los contactos de las células gliales con los axones, o de las uniones septadas de los invertebrados, sea todavía muy fragmentaria. Desconocemos los determinantes moleculares precisos de las uniones septadas. Hay, por una parte, complejos multiproteicos similares en los paranódulos y en las células epiteliales de insectos [caracterizadas por uniones septales] y, por otra parte, están también presentes en los yuxtaparanódulos desprovistos de uniones septadas. Cualesquiera que sean la naturaleza y la función de estas proteínas, se ha probado que las uniones septadas de los insectos podrían ser parientes lejanos de los contactos que se establecen entre las células gliales y los axones en los vertebrados, contactos que hacen intervenir a proteínas persistentes en el curso de la evolución.

mulación. Depende ésta de complejos formados por diversas proteínas que se parecen mucho a las que hallamos en los paranódulos.

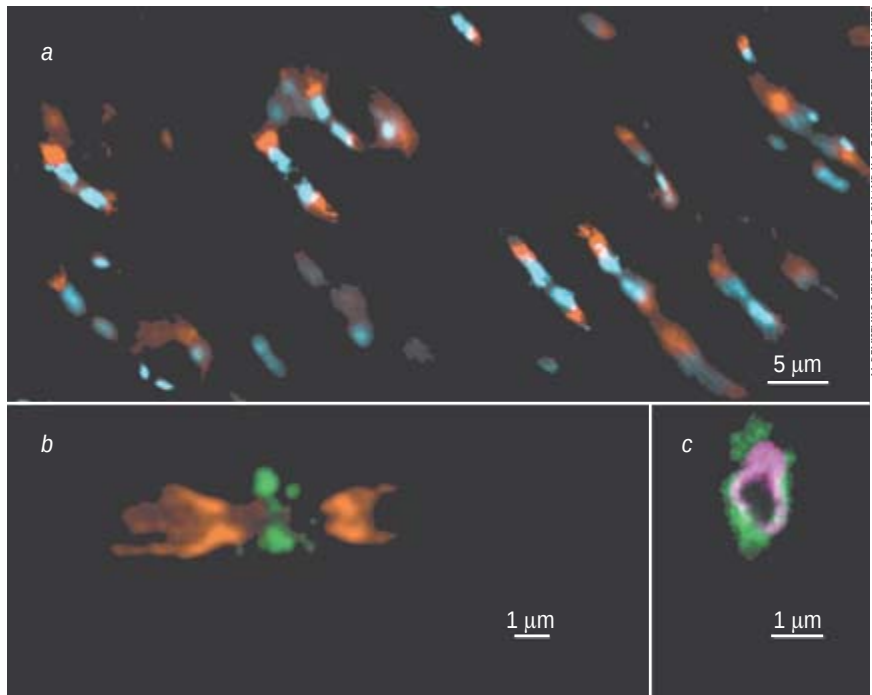
En efecto, la familia de la paranodina/Caspr cuenta con varios miembros. Uno de ellos, Caspr2, abunda en los yuxtaparanódulos. Esta proteína se asocia con un tándem de dos proteínas TAG-1, una en la membrana del axón y la otra en la membrana glial. El conjunto está ligado al citoesqueleto del axón y a los canales de potasio. En ausencia de Caspr2 o de TAG-1, los canales de potasio no se acumulan en los yuxtaparanódulos, lo que nos demuestra el papel esencial de estas proteínas de andamiaje intercelular en la localización de los canales.

Por último, el estudio de los canales de potasio revela otra propiedad de las uniones paranodulares. Cuando éstas sufren perturbaciones, por ejemplo, debido a la ausencia de una de las proteínas esenciales de esta región, se observa que los canales de potasio, así como las proteínas Caspr2 y TAG-1, se acumulan junto a los canales de sodio, lo que demuestra que una función de las uniones paranodulares es precisamente la separación de las proteínas nodales de las paranodulares, sirviendo de barrera en la superficie del axón.

Cuestiones pendientes

Asistimos, pues, a una paulatina elucidación de las bases moleculares de los complejos vínculos existentes entre las células gliales y los axones, que desembocan en la implantación de los nódulos de Ranvier. Muchas son las cuestiones todavía pendientes: ¿Cuál es la organización precisa de los andamiajes moleculares, dotados tal vez de componentes nuevos todavía por descubrir? ¿Cuáles son los factores gliales que desencadenan la agregación de las proteínas axonales? ¿Cómo actúan? Para responder a estas preguntas se deberá estudiar, con auxilio de las modernas técnicas de formación de imágenes, la dinámica del arrollamiento de las células de Schwann.

El estudio de los contactos entre los axones y las células gliales revela los secretos de uno de los más asombrosos ejemplos conocidos de interacción celular. Nos permite adentrarnos en las perturbaciones que afectan en diversas enfermedades neurológicas a las fibras mielinizadas. Las lesiones de los nervios periféricos pueden tener origen genético, tóxico o inmunitario. En el último caso, el sistema inmunitario se vuelve contra el individuo y ataca las raíces de los nervios periféricos (en el síndrome de Guillain y Barré) o la mielina del sistema nervioso central (en la esclerosis en placas).



4. CORTE DEL NERVIO CIATICO: las fibras nerviosas se encuentran alineadas paralelamente, siendo visibles sólo las regiones que bordean a los nódulos de Ranvier, porque las proteínas de esas regiones están marcadas por anticuerpos específicos acoplados a sondas fluorescentes. La paranodina/Caspr (*a*, en azul) se aloja en los paranódulos; los canales de potasio (*a*, en rojo) se encuentran en los yuxtaparanódulos. En una fibra nerviosa mielinizada, seccionada longitudinalmente, podemos descubrir también los canales de potasio yuxtaparanodulares (*b*, en rojo); las microvellosidades de las células de Schwann (*b*, en verde) envuelven el axón en el nódulo de Ranvier. Para identificar los canales de sodio podemos recurrir a la inmunofluorescencia. En una fibra seccionada perpendicularmente al axón al nivel del nódulo de Ranvier, estos canales (*c*, en rosa) se encuentran situados en la membrana del axón; aparecen rodeados por las microvellosidades de la célula de Schwann (*c*, en verde).

En las enfermedades desmielinizantes, los nódulos de Ranvier son los primeros afectados. Desaparecen cuando se destruye la mielina. Se constata, además, una reorganización de las proteínas axonales, que ahora se distribuyen uniformemente. Queda bloqueada así la propagación de los potenciales de acción, lo que explica buena parte de los trastornos funcionales observados en estas enfermedades. Tras la remielinización —cuando se produce— las proteínas han de organizarse.

Importa, pues, comprender los mecanismos de formación de los nódulos de Ranvier en el curso del desarrollo normal y el correspondiente a la remielinización, para tratar de favorecer la restauración de una estructura y función axonal normal. El conocimiento de las proteínas implicadas revelará posibles dianas terapéuticas, que tal vez abran la vía, a más largo plazo, para tratamientos de nuevo cuño.

JEAN-ANTOINE GIRAULT, neurólogo y bioquímico, dirige la unidad INSERM U536 asociada a la Universidad Pierre y Marie Curie, que estudia los mecanismos moleculares de comunicación entre células nerviosas.

Bibliografía complementaria

PARANODIN, A GLYCOPROTEIN OF NEURONAL PARANODAL MEMBRANES. M. Menegoz et al. en *Neuron*, vol. 19, págs. 319-31; 1997.

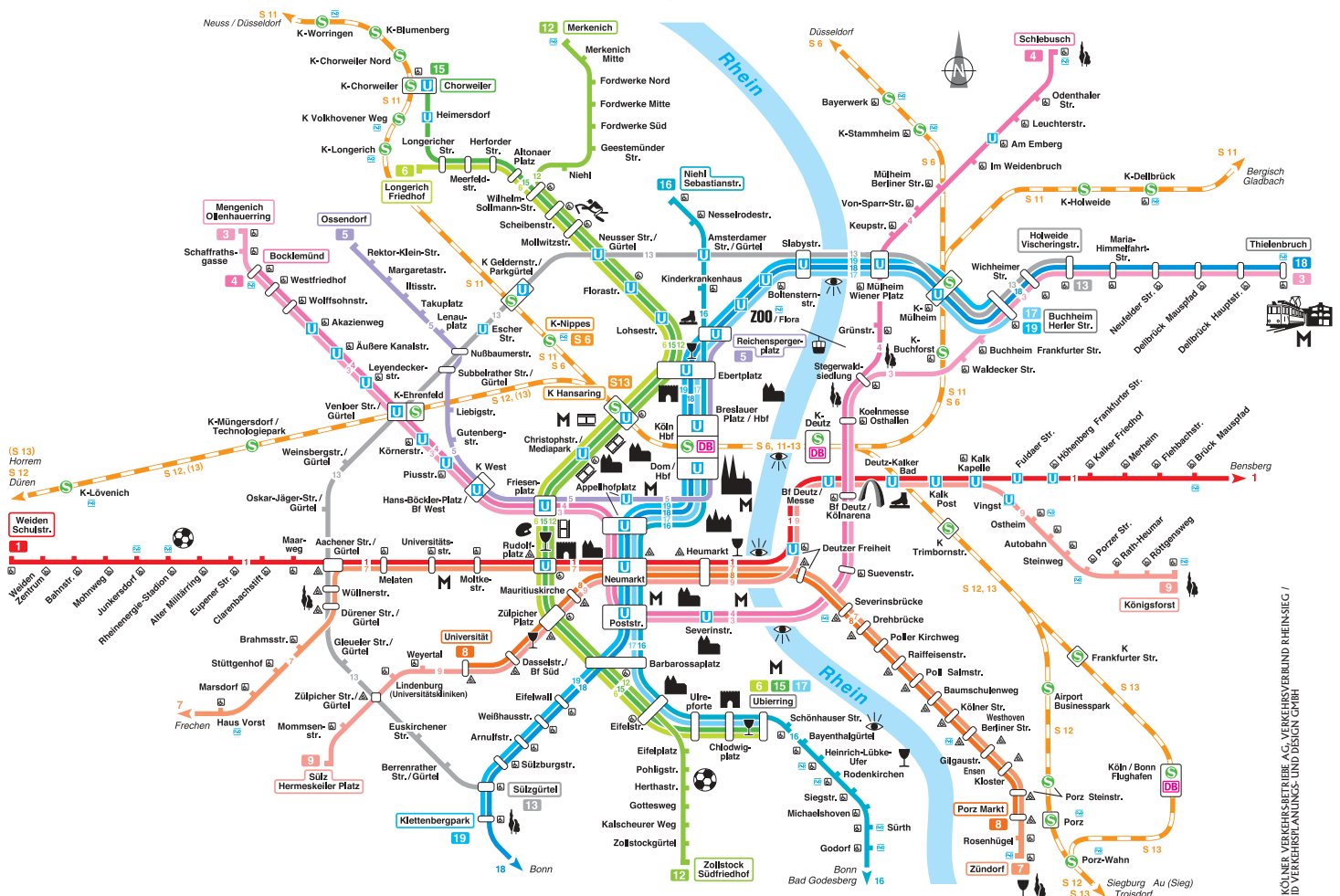
DEVELOPMENT OF NODES OF RANVIER. J.-A. Girault y E. Peles en *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 12, págs. 476-85, 2002.

POLARIZED DOMAINS OF MYELINATED AXONS. J.-L. Salzer en *Neuron*, vol. 40, págs. 297-318; 2003.

CONTACTS CELLULAIRES DES FIBRES MYÉLINISÉES DU SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE. K. Oguevetskaia, J.-A. Girault y L. Goutebroze en *Médecine/science*, de próxima aparición.

Sistema mental de orientación

Aunque nos perdamos ocasionalmente en la jungla urbana de una ciudad, la mayoría podríamos ser óptimos exploradores. Quizás en esa capacidad de orientación reside la base de todo pensamiento



KÖLNER VERKEHRSBETRIEBE AG, VERKEHRSPLANUNG UND DESIGN CHBH

Hanspeter A. Mallot

“D oscientos metros recto y, luego, girar a la derecha”, nos avisa la voz del ordenador de a bordo. Reclinamos el asiento del automóvil, seguimos las indicaciones y llegamos a nuestra meta, seguros y sin rodeos. Un invento sumamente útil el del sistema de posición global (GPS), capaz de determinar por satélite la situación del vehículo con un margen de error del orden de un metro.

Pero hasta la técnica de navegación más refinada tiene sus limitaciones; por ejemplo, cuando el aparato no recibe la señal del satélite o cuando no está actualizado

el mapa electrónico. En tales casos, hemos de volver al viejo método: que el sujeto expresa sus propios recursos para orientarse en el espacio. Dispone de varias estrategias a su alcance. Desde preguntar a tantear en el conocimiento borroso: “Este camino de aquí me es familiar; voy a intentarlo”.

A diferencia del sistema GPS, la persona no almacena parámetros abstractos del lugar —grados de longitud y latitud—, sino que sabe lo que hay en un sitio determinado: “la casaca roja” o “la plaza con el tilo desde donde se ven las montañas”. A partir de este conocimiento extraemos conclusiones. “Si dejo las montañas siempre a la izquierda, debería bajar hasta el río.” Nuestro sistema de

1. MAPA COGNITIVO. Si el viajero pregunta en Colonia cómo ir de Deutz a la catedral obtendrá siempre una respuesta estereotipada: “cruzando el puente”. Un grupo de investigadores de la Universidad de Tübingen sostiene que el proceso se realiza gracias a una especie de plano mental semejante al plano de las líneas de metro.

orientación, flexible, posee capacidad de aprendizaje. Quien conoce el camino de A a B y el de A a C probablemente pueda llegar de B a C.

¿Cómo funciona este complejo aparato cognitivo? Vieja cuestión en torno a la

cual intervienen neurobiólogos, psicólogos y, en fecha más reciente, expertos en robótica que desean dotar a sus creaciones mecánicas de facultades propias de los humanos. Con ese fin se investigan las tres estrategias principales que usan los humanos para orientarse en el espacio: direccionamiento por destino, integración de caminos y seguimiento de rutas.

Imagínese que se apea del tren en una ciudad desconocida. En Colonia, por ceñirnos a una ciudad europea llena de historia. Dispone de un par de horas y le gustaría hacer una pequeña visita turística. Así pues, sigue el indicador “Centro ciudad”, pasa por delante de la catedral, se detiene en un par de tiendas de la zona peatonal y callejea por el casco antiguo, sin reparar en el camino tomado. Pero llega el momento de volver a la estación. ¿Cómo?

“¡Siempre hacia abajo!”

A buen seguro, preguntando a los otros viandantes. Las respuestas pueden ser muy diversas, consonantes con las diferentes posibilidades que se nos presentan a los humanos de señalar o describir rutas. A veces, uno se orienta según una serie de puntos concretos y responde: “Aquello, allí delante, es la catedral; detrás mismo se encuentra la estación”.

Los neurobiólogos denominan “direccionamiento por destino” cuando nos apoyamos en un punto de orientación visible como hito para llegar al objetivo. Pero hay puntos de referencia muy dispares. En Edimburgo los turistas que buscan el camino de la estación suelen recibir un consejo llano: “siempre hacia abajo”. (Waverley Station se encuentra en el valle, sobre un antiguo lago.)

Identificar estas referencias de manera inmediata constituye un arte lejos todavía del alcance de los robots. Resulta complicado enseñarle a una máquina lo que distingue una marca permanente, un árbol por ejemplo, de una referencia transitoria, verbigracia, un coche. La cuestión se enreda aún más si consideramos que un árbol tiene diferentes apariencias según la estación del año y la luz solar. También los niños deben aprender esto con trabajo y esfuerzo. Frecuentemente se extravía por esa razón; para ellos, un gato acurrucado puede considerarse una marca de referencia.

Otra respuesta que podría recibir nuestro visitante de Colonia sería, tal vez: “La estación se encuentra detrás de esas casas”. Se le indica la dirección principal por donde orientarse mientras torna zigzagueante del casco antiguo. Si un callejón describe una determinada cur-

vatura, deberá compensar, en la medida de lo posible, la desviación resultante respecto a la dirección principal en el siguiente cruce.

El cerebro va así elaborando la ruta completa a partir de la suma de los diferentes segmentos. Los navegantes utilizan ese método desde hace siglos: a partir de las mediciones continuas de derrota y velocidad se determina la posición del navío en alta mar. Esta forma de orientarse se denomina por los investigadores “integración de caminos”.

La integración de caminos, común en el reino animal, se ha convertido en objeto de intensa investigación, pues son muchos los organismos que lo utilizan de manera satisfactoria: insectos, arañas, cangrejos, etc. En concreto, la hormiga del desierto del género *Cataglyphis*.

Tras alejarse más de 200 metros del nido, en busca de comida, la hormiga halla el camino de vuelta gracias a la referencia de la dirección principal. En el camino de regreso, el insecto sigue el “vector del hogar” de forma precisa. Aun cuando se la cambie de sitio, la hormiga camina en la dirección elegida primero, hasta que recorre la distancia que la separaba originariamente del hormiguero. En ese preciso instante, se percata del error

Inconscientes a través del laberinto

Durante cualquier paseo ocioso por la ciudad utilizamos puntos de referencia para orientarnos. A tal efecto nuestro cerebro no sólo debe percibirlos como objetos (“iglesia”), sino combinarlos además con una dirección: “Girar a la derecha al llegar a la iglesia”. Como pudieron mostrar los investigadores experimentando con proyecciones de imágenes, la información estrictamente asociada a un objeto se descifra por las neuronas del lóbulo temporal. La responsabilidad del procesado de las unidades de información “objeto con dirección” que intervienen en la orientación recae, por el contrario, en otra estructura cerebral, el giro parahipocámpico. Su estrecha unión con el hipocampo, sede de la memoria, podría ser el motivo por el cual recordamos mejor una bifurcación o ramificación de caminos cuando está indicada por un árbol o una casa que cuando se trata de una simple curva o recodo de una calle.

Pero, ¿cómo juzga y evalúa nuestro cerebro la relevancia de los hitos? Para determinarlo, se sometió a un grupo de voluntarios a una serie de experimentos en un museo virtual. Gabriele Janzen y Miranda van Turenhout, del Centro F. C. Donders de Técnicas de Formación de Imágenes y del Instituto Max Planck de Psicolingüística de Nimega, dirigieron los ensayos. Se solicitó a los voluntarios observar en la pantalla una exposición de juguetes y de otros objetos e intentar recordarlos. Las piezas de museo virtuales estaban situadas, unas veces, en cruces; otras, allí donde el recorrido se torcía, pero sin bifurcación. Tras esta fase de aprendizaje, había que reconocer los objetos

representados dentro de una extensa sucesión de piezas desconocidas, que iban apareciendo en una pantalla blanca. Mientras tanto, se medía la actividad cerebral con un tomógrafo de emisión de positrones (PET). Resultado: los objetos situados en cruces se recordaban con frecuencia mayor que los ubicados en simples curvas del recorrido. Además, el giro parahipocámpico había mostrado mayor actividad en los elementos del primer grupo. Se había accedido a la información de orientación almacenada durante la visita al museo, pese a que en el ejercicio de memoria el camino ya no tenía relevancia alguna.

En la fase siguiente las investigadoras compararon la actividad neuronal manifestada al reconocer piezas del museo virtual con la asociada a los objetos que por error habían sido indicados por los voluntarios como “no presentes en el museo”. Se comprobó que el giro parahipocámpico seguía mostrando mayor actividad cuando los objetos se encontraban en una bifurcación; al margen de que los participantes los recordaran o no. Janzen y van Turenhout concluyeron que las personas, al recorrer un camino, almacenan hitos automáticamente y los asocian a los objetos correspondientes. Una gran parte del proceso de orientación espacial sucede por tanto de forma inconsciente.

¿Se orientan los varones mejor que las mujeres? Janzen reconoce que en los tests no han observado diferencias entre sexos. En lo que respecta a la capacidad retentiva de referencias de camino, ambos sexos se guían de la misma manera, es decir, de forma inconsciente.



1. Plaza de la estación



2. Enlosado de la plaza de la catedral con museo romano-germánico



3. Ciudad vieja



4. Catedral con el museo de Ludwig

2. LOS HITOS. Si en nuestro paseo por una ciudad desconocida nos orientamos según lugares de referencia, no tendremos problemas para encontrar el camino de vuelta.

y comienza a dar vueltas para intentar encontrar el camino a casa.

Se trate del camino al nido o de la vuelta a la estación central de Colonia, el quid de la cuestión estriba en que la integración de caminos requiere que un organismo perciba su propio movimiento. Debe ser consciente, por tanto, del trayecto recorrido. El cerebro almacena esta información en el momento de la planificación. La simple información de querer llevar a cabo un movimiento,

ya nos permite acumular informaciones al respecto.

Durante el movimiento vamos recabando datos del entorno. Ojos, oídos, piel, músculos y nariz reciben estímulos que permiten al cerebro extraer conclusiones acerca del camino que se acaba de recorrer. Así, el sentido del tacto registra la presión con la que se pisa el pedal del freno. Y los músculos ofrecen retroalimentación: la posición de las manos en el volante le indica al cuerpo si estamos doblando una curva. Además, poseemos un sentido de inercia: en el oído interno los receptores detectan por el movimiento del fluido de los conductos semicirculares si aceleramos o deceleramos. A partir de dicha información el cerebro puede también determinar la distancia recorrida. Particular interés reviste, sobre todo, el flujo de datos visuales. Cuando nos mo-

vemos, el entorno es como una película que se proyecta ante nosotros. A partir de la secuencia de fotogramas reconstruimos el conocimiento de nuestro propio movimiento, de manera muy similar a las abejas melíferas.

Campanas de la catedral y salchichas

Igual que en el camino de vuelta, las campanas de la catedral tañen mientras el vendedor de salchichas se afana con la freidora y se divisa ya la cúpula de la estación central: cuantos más sentidos estén involucrados, tanto más fácil le resultará orientarse a nuestro cerebro. Y el método de orientación de caminos funciona aún mejor si se utilizan puntos de referencia especialmente distanciados

—por ejemplo, cimas de montañas—, que aporten información de orientación adicional. Los insectos se ayudan del patrón de polarización de la luz solar resultante de atravesar la atmósfera para determinar la ubicación del astro, incluso con el cielo cubierto.

Junto al direccionamiento por destino y método de orientación principal existe una tercera posibilidad para informar sobre el camino a seguir. Sea un consejo verosímil: “Avance recto por la calle Herzogsgasse hasta el edificio WDR. Allí gire a la derecha. Al llegar a la plaza Wallraf, a la izquierda, y luego rodee la catedral”. La descripción de esta ruta utiliza referencias (“WDR, plaza de Wallraf, catedral”) e indicadores de dirección para las zonas intermedias (“recto, a la derecha, a la izquierda, rodear”). En este método de seguimiento de ruta, el camino está definido con precisión de antemano. En caso de girar incorrectamente una vez, sólo existe la alternativa de volver atrás, hasta que se encuentra algo identificado, pues no se conoce la orientación principal en el espacio.

Esta estrategia de orientación es la más exigente. Reclama de nuestro cerebro que recuerde con precisión todas las referencias y rutas intermedias facilitadas. Si nuestra memoria colabora, la estrategia resulta eficaz y llegamos a destino.

En el caso de la integración de caminos las cosas proceden de un modo algo distinto. Nuestra capacidad de almacenamiento de informaciones no es tan necesaria como en otros métodos de orientación. Sólo debe recordarse el valor y dirección de nuestro “vector destino”. Probablemente ése sea el motivo que le ha dado tanto éxito al sistema, a lo largo de la historia de la evolución. La integración de caminos funciona siempre porque no necesita referencias; requiere sólo el conocimiento sobre el movimiento del propio cuerpo. Y esta información

siempre nos es accesible, incluso con el cielo cubierto. No obstante, los lingüistas acostumbran señalar que el método del enrutamiento es a menudo el preferido para describir caminos: el uso de la dirección principal —“Vaya siempre en esa dirección” — no resulta tan exitoso en entornos urbanos complejos como lo es el seguimiento de ruta.

En una segunda visita a Colonia, el viajero podrá ya fiarse de la memoria, pese a que también utilizará los mecanismos de dirección por destino, integración de caminos y seguimiento de rutas. Con todo, será la memoria la que aporte las informaciones necesarias.

¿De qué manera procesa esta información nuestro cerebro? ¿Acaso disponemos de una especie de mapa que represente una copia de la realidad, con símbolos para ciudades, estaciones, iglesias, líneas anchas para autopistas y más finas para caminos vecinales?

Los neurobiólogos y psicólogos cognitivos han desarrollado el concepto de *mapa cognitivo* para la parte de la memoria que administra las informaciones sobre lugares. Un concepto seductor, que insinúa la existencia de un “plano mental”. Se sigue estudiando si lo de *mapa cognitivo* es una metáfora y si las informaciones espaciales se registran de manera totalmente diferente. Del atractivo de la metáfora nadie duda. Piénsese que en nuestra cultura los mapas son la forma natural de representar un lugar.

Además, el uso de mapas se remonta a épocas tempranas de la historia de la humanidad. Algunas culturas crearon mapas incluso antes que lenguaje escrito. Todo indica que los mapas se hallan inscritos en una estructura universal de almacenamiento de lugares en nuestra memoria. Aunque esta conclusión podría pecar de un tanto aventurada para algo que se trataría sólo de una herramienta práctica de conservar datos espaciales y transmitirlos a otras personas.

Dificultades con los mapas

Contra la teoría del mapa mental habla la dificultad que entraña la interpretación de un mapa. Los niños necesitan un tiempo de aprendizaje; los adultos pueden llevar varios años en una ciudad y no sentirse cómodos en el momento de interpretar un plano de la misma. Del mismo modo, dibujar una ruta a grandes trazos representa una tarea difícil para muchas personas, incluso para las familiarizadas con el lugar.

Los expertos en robótica agregan que un mapa requiere espacio de almacenamiento. Deben representarse a escala ángulos y distancias; el mapa tiene que ser coherente y determinante, a la vez



HANSPETER MALLOT



3. IDILIO INFORMÁTICO. ¿Se orientan las personas preferentemente por la casita rosa que hay en el camino o por las enormes montañas que se divisan en el horizonte? A fin de averiguarlo el equipo de investigación de Hanspeter Mallot desarrolló con ayuda del ordenador la ciudad virtual “Hexatown”, cuyas calles transitaban grupos de voluntarios en busca del camino correcto. Los resultados fueron sorprendentes.

que ha de especificar infinitos detalles. Esta información necesita ser cargada en cada consulta a la memoria, lo cual requiere tiempo. Cuanto sobrecargue la memoria de trabajo de los androides tampoco constituye, con seguridad, un modelo apropiado para explicar el funcionamiento de nuestra memoria.

¿Acaso la búsqueda de dicho modelo debería centrarse en *Cataglyphis*? La hormiga del desierto sólo almacena lo imprescindible, aquello que es de importancia vital para su comportamiento, sin llegar a crear un mapa completo. En la actualidad se estudia la posibilidad de que los humanos se comporten igual que la hormiga, en particular si desconocen el entorno. También usamos el mismo método para recordar los caminos cotidianos, de casa a la oficina, de la oficina al restaurante, etc. Este planteamiento contradice una arraigada hipótesis de la psicología según la cual los mamíferos almacenan el conocimiento espacial de



manera distinta de los animales inferiores. A diferencia de hormigas y arañas —que consideran sólo los trayectos de A a B—, los humanos se apoyarían en mapas complejos, abstraídos de caminos concretos y que funcionarían con independencia de la perspectiva del viandante. Sería una especie de visión global dotada de coherencia y compatible incluso con el entorno, de suerte que coincidiera con las coordenadas de nuestro mundo.

Cierto es que una sencilla estructura de la memoria espacial al estilo de las hormigas significaría un serio inconveniente para las personas. Si deseamos buscar un nuevo punto que no aparece en nuestras rutas conocidas, precisaremos de una herramienta cognitiva capaz de combinar segmentos de caminos almacenados y crear una nueva ruta. La hormiga sólo conoce rutas desde el hormiguero y hacia el mismo. No puede, por tanto, descubrir caminos de unión entre diferentes fuentes nutritivas localizadas lejos del nido; se ve, pues, obligada a pasar siempre por éste.

Se baraja ahora la hipótesis de que entre los mamíferos (y por ende los humanos) se daría un modelo de memoria espacial mixto, a mitad de camino entre el “mapa mental” y “el aprendizaje completo” de las hormigas. Este modelo fue bautizado textualmente como “Insights from Animals” por sus creadores Ranxiao Frances Wang, de la Universidad de Illinois, y Elisabeth S. Spelke, de la Universidad de Harvard.

A fin de entender mejor el concepto, volvamos a nuestro paseo inicial por Colonia. En cuanto pisamos el andén de la estación central empezamos a recibir instantáneas de puntos representativos. La primera imagen podría ser la plaza de la estación, la segunda la fachada de la catedral, la tercera el casco antiguo, luego

el museo Ludwig, y así sucesivamente. Los fotogramas se numeran de forma consecutiva y se anota cómo se ha llegado de una a la otra. En caso de situarse en uno de los lugares marcados usando un camino desconocido, se consulta el álbum: ¿existe ya ese fotograma? Si la respuesta es afirmativa se anota la forma de acceder desde el lugar precedente y registrado.

Souvenirs mentales

Mientras se callejea por la zona, el cerebro registra lugares relevantes y construye nuevas conexiones entre ellos; pieza a pieza se genera una red cada vez más densa.

Cuando se aproxima el momento del retorno, el viajero se acerca al lugar conocido más próximo. Desde allí, busca en su memoria foto a foto la trayectoria hasta la primera imagen, la plaza delante de la estación. Para ahorrarse tiempo puede combinar los diferentes trayectos y generar un camino más corto. Así se podría explicar por qué gestionamos de manera tan flexible y creativa nuestra orientación espacial, lo que nos distingue de la hormiga.

Pese a todo, existen aspectos comunes con la memoria espacial de la hormiga. Se trata de una analogía de comportamiento: nosotros nos limitamos a almacenar informaciones que realmente necesitamos. Y mientras la hormiga sólo recuerda —expresado simplificado— un lugar y un camino (el hormiguero y el camino al mismo), nosotros registramos numerosos lugares y muchos caminos, los unimos entre sí y podemos elaborar rutas complejas. En principio, la memoria espacial consta sólo de dos elementos básicos: lugares y caminos. La simplicidad es lo que hace este modelo tan atrayente.

4. MANTENER LA VISION GENERAL.

Desde siempre los mapas han servido para almacenar información espacial, también en Colonia.

Para averiguar si la memoria espacial de las personas funciona de acuerdo con un principio de este tipo, el equipo de investigación de Instituto Max Planck de Biología Cibernética de Tübingen ideó un ensayo de navegación virtual. Los voluntarios se sentaron ante una pantalla. Sobre la misma se proyectaron imágenes de una ciudad generada por ordenador desde diferentes perspectivas: se la denominó la Hexatown debido a la disposición hexagonal de sus calles.

Los voluntarios debían fijarse en un tramo concreto del entramado de calles y reconocerlo posteriormente. A modo de elementos de ayuda a la orientación, disponían de dos tipos de referencia. El primero lo constituían edificios visibles desde la cercanía que marcaban bifurcaciones entre calles: referencias “locales”, también llamadas marcas de camino. El segundo eran las marcas “globales”, representadas por rascacielos o cimas de montañas.

La memoria de rutas que desarrolla una persona en el transcurso de estos ejercicios se basa en indicaciones del tipo “girar a la izquierda en la casa rosa” o “ir hacia las montañas”, pese a que no se deben tomar al pie de la letra. Lo decisivo es que las instrucciones aluden a marcas locales (“casa rosa”) y a referencias globales (“montañas”).

Llegados a este punto, importaba averiguar cuál de los dos tipos era el preferido para orientarse. Deseábamos también saber si en cada proceso de orientación se tomaba la decisión entre ambos. Para ello, recurrimos a una estratagema. Desplazamos las referencias locales con respecto a las globales mediante la sencilla operación de cambiar de sentido todas las referencias locales existentes en la ciudad virtual. En cambio, permanecía fijo el resto del entorno con sus referencias globales.

A continuación, los voluntarios debían decidir, para diferentes puntos de la red virtual de calles, qué dirección llevaba el camino aprendido con anterioridad. Los resultados fueron sorprendentes: casi ningún participante se percató de la manipulación efectuada; antes bien, siguieron empleando sus estrategias de orientación previas.

Voluntarios incrédulos

Algunos volvieron a apoyarse en las referencias locales y recorrieron el mismo

camino que en la ocasión anterior. El hecho de que en el nuevo escenario la cordillera de montañas apareciera en un lugar diferente del horizonte no suponía para ellos ningún trastorno: inconscientemente se habían “girado” con la ciudad. Otros, por contra, volvieron a apoyarse en las referencias globales, inalteradas. Se pergeñó un recorrido totalmente nuevo a través de la ciudad, durante el cual no percibieron que las referencias locales —casas, plazas, árboles— ya no eran las mismas.

¿Indican acaso estas observaciones que cada individuo usa un determinado tipo de hitos de referencia y lo hace, además, de manera excluyente? Para averiguarlo, introdujimos cambios en el modelo virtual: eliminamos toda referencia de uno u otro tipo. Es decir, de una forma alternante, se prescindía de las cimas de montañas o de los edificios que se escogían como hitos en los cruces de calles. Comprobamos, al final, que las personas podían prescindir de la categoría de referencias excluida y resolver la tarea satisfactoriamente.

Parece, además, que las personas pueden orientarse por indicadores de camino de proximidad o por referencias de orientación distantes, indistintamente, aunque tienden a decantarse por una en el caso de que ambas estén a su alcance.

¿Por qué no se percataron los voluntarios durante el primer experimento de que se había cambiado el sentido entre los dos sistemas de orientación? Cuando el coordinador del experimento indicaba a los voluntarios la manipulación realizada, la mayoría incluso discutía y cuestionaba con vehemencia que se hubiese producido cambio alguno en las referencias. Aludieron incluso a supuestos errores de programación.

En resumen, pues, nuestra memoria espacial contiene un altísimo número de informaciones individuales, aunque no someta a comprobación la coherencia interna del conjunto de los mismos. Con otras palabras, pueden coexistir informaciones contradictorias, sin crear ningún conflicto. Nada, pues, más alejado de la existencia de un mapa cognitivo semejante a un plano; por definición, los planos deben ser coherentes. El conocimiento obtenido acerca de referencias locales y globales puede ser plasmado en un mapa de ese tipo.

El modelo gráfico cognitivo

Partimos, pues, de la hipótesis de que el modelo de la memoria espacial humana admite una representación matemática en forma de gráfico, una recopilación de puntos y nexos. El conjunto evoca el plano del metro de una ciudad. Los

puntos o “nodos” representan lugares reconocibles a partir de referencias de posición locales; los nexos entre ellos corresponden a acciones que llevan de uno a otro. Asimismo, al igual que en el plano del metro, se pueden añadir nuevos trayectos sin alterar la validez del resto del mapa.

En un mapa detallado de carreteras no sería tan sencillo añadir una nueva calle. Además, el plano del metro sólo da una orientación aproximada de las proporciones de los diferentes recorridos. Informaciones exactas de longitudes así como de ángulos reales requieren mucho espacio para su almacenamiento. Tampoco son necesarias. El plano del metro sólo debe ser orientativo e indicar, por ejemplo, si la estación central se halla al este u oeste del río. Del mismo modo funcionaría nuestro “plano del metro cognitivo”, nuestro gráfico mental.

En dicho gráfico se pueden obtener las referencias espaciales y las conexiones que configuran la ruta, lo que permite un seguimiento exacto de la misma. Al propio tiempo, el sistema gráfico de memoria es suficientemente flexible como para generar un nuevo camino a partir de dos que se cruzan. Si en la visita del viajero a Colonia, se llega a la estación central desde WDR pasando por Wallrafplatz, en nuestro caso a partir del trayecto de la estación a la ópera y de la plaza del mercado al hotel podría crearse un tercero que fuera de la estación al hotel. Por lo tanto, este modelo también nos permite describir nuestra habilidad para la integración de trayectos.

Cognición espacial y origen del pensamiento

El aspecto más atractivo de este modelo reside en su gama de posibles aplicaciones a los organismos. Una hormiga quizá disponga de un gráfico; sería, no obstante, de un solo nodo y un nexo. En nuestro cerebro hay almacenadas múltiples estructuras simples de este tipo. Nuestra memoria espacial no ha variado sustancialmente a lo largo de millones de años; sólo se ha refinado el modelo existente.

El modelo gráfico puede extenderse a otros aspectos cognitivos del ser humano. En el pasado se planteó ya la hipótesis de que la cognición espacial constituyera algo más que un caso particular del conocimiento para convertirse en la raíz de la que brotara, en el curso de la evolución, el pensamiento en sentido estricto. Un buen ejemplo del significado de la orientación espacial como base de otras facultades cognitivas nos lo ofrece el método nemotécnico Loci, cuyo uso se remonta a

la antigüedad. Podemos recordar todo lo que asociamos a lugares, ya sea en un entorno real o inventado.

El hecho de que recordemos mejor los lugares que las tesis abstractas, no sólo subraya el papel importante que desempeña la memoria espacial en nuestra capacidad para fijarnos en referencias concretas y recordar. Para el filósofo Immanuel Kant (1724-1804), la representación del espacio (lo mismo que “tiempo” y “causalidad”) pertenece a los principios básicos de la mente humana, que no derivan de la experiencia: para pensar, el sujeto necesita la orientación espacial.

El etólogo Konrad Lorenz especulaba, por su parte, sobre la posibilidad de que los complejos hábitats tridimensionales de los primigenios primates arborícolas hubiesen constituido un impulso fundamental en el desarrollo ulterior de las cualidades cognitivas superiores que caracterizan a sus descendientes, los humanos. Los conceptos lingüísticos relacionados con las facultades mentales poseen a menudo raíces espaciales: buscamos “vías de resolución” o nos “orientamos” antes de “abordar” una nueva tarea.

Posiblemente la aplicación de lo “espacial” a lo “no espacial” se vea facilitada por la plasmación del modelo gráfico asociado. En cualquier empresa que acometamos, los objetivos parciales cumplidos en el desarrollo de la misma equivalen a los nodos y las acciones representan los nexos del gráfico. Y el gráfico de la empresa acometida admite extensiones flexibles.

Entra, pues, dentro de lo razonable pensar que el proceso de evolución generó en primera instancia una estructura de memoria asociada a la orientación espacial, que luego se empleó para otras facultades cognitivas. Una prueba de ello sería el hecho de que incluso las formas de vida inferiores emplean la cognición espacial. Expresado de manera provocadora: la cognición espacial es la forma de pensamiento más extendida en el reino animal.

HANSPETER A. MALLOT, biólogo y experto en cibernética, enseña neurociencia en el Instituto zoológico de la Universidad de Tübingen.

Bibliografía complementaria

SEHEN UND DIE VERARBEITUNG VISUELLER INFORMATIONEN. 2ª edición. H. A. Mallot. Vieweg; Wiesbaden, 2000.

WILDE INTELLIGENZ. M. D. Hauser, dtv; München, 2003.

Sobre el concepto de causa

SCIENTIFIC METHOD IN PRACTICE, por Hugh G. Gauch, Jr. Cambridge University Press; Cambridge, 2003.

CAUSATION AND COUNTERFACTUALS. Dirigido por John Collins, Ned Hall y L. A. Paul. The MIT Press; Cambridge (Massachusetts), 2004.

CAUSE AND CHANCE. CAUSATION IN AN INDETERMINISTIC WORLD. Dirigido por Phil Dowe y Paul Noordhof. Routledge; Londres, 2004.

Con la vuelta al realismo en filosofía, torna a adquirir sentido el viejo aforismo aristotélico según el cual todo conocimiento científico es un conocimiento de las causas. Podemos dar cuenta de un objeto o un fenómeno si descubrimos su agente determinante. Y podemos prever un suceso si conocemos el nexo entre el efecto producido y su causa. El neopositivismo denostó, por “metafísica”, la noción de causa, que hoy se admite imprescindible en teoría y práctica de la ciencia (*Scientific Method in Practice*). Lo que no significa, en absoluto, que todos la conciben igual. La discrepancia abarca desde quienes la reputan una noción primitiva, no susceptible por tanto de análisis ulterior, hasta quienes pugnan por asociarla a la idea de fuerza. Pero procedamos con orden para entender ese viaje epistemológico de ida y vuelta.

El término causa procede del foro. Para los griegos de la antigüedad clásica, *aitía*, causa, designaba la acusación o cargo. (Más tarde, los latinos emplearían el verbo *cavere*, raíz de causa, para indicar la defensa.) En el dominio de la filosofía de la naturaleza, los presocráticos buscaron no sólo el *arché* o principio último de todo lo existente, sino las causas, las *aitiai* formales, eficientes y finales de los procesos y objetos. Nada procede de la nada, rezaba el apotegma, incluso para Platón, quien identificó con las ideas lo que él consideraba causas primeras, las razones formales, distintas de las causas materiales o segundas, por emplear una distinción del *Timeo*. En los *Metafísicos* y en los *Físicos* se extendió Aristóteles sobre las causas. En los manuales se recoge su división cuatripartita; causa eficiente, o principio del cambio; material, componente tangible del objeto

en cuestión; formal, determinante de su entidad sustantiva, y final, realidad última a la que se tiende o foco atractor. Del pensamiento de Aristóteles vive la Edad Media, en particular a través de la elaboración tomista, que separa el mero principio de la noción de causa genuina.

Con la ciencia moderna la atención se centra en la medición del movimiento y del cambio operado. Han dejado de importar las reflexiones últimas, esencialistas. El racionalismo emergente —de Descartes, Spinoza y Leibniz— elimina las causas del mundo de lo sensible para instalarlo en el de lo inteligible, en el de la razón. Se introduce el principio de razón suficiente. Lo mismo que en otros aspectos fundamentales del pensamiento, el empirismo se opone al racionalismo a propósito del concepto de causa. Hume, su representante eximio, reclama que los enunciados se basen en la experiencia, en las percepciones de los sentidos. Y no salgan de ese ámbito. No podemos afirmar que un suceso venga causado por otro, que un objeto deba a otro su ser: sólo percibimos sucesiones de acontecimientos, en modo alguno fuerzas o razones que comporten dependencia del segundo respecto del primero. Al ser imposible discernir nexos de implicación causal, la ciencia debía ceñirse a catalogar las secuencias regulares de los acontecimientos naturales. Kant vio muy pronto que Hume minaba los fundamentos de la física newtoniana, de la que ambos se confesaban deudores: ¿cómo podría hablarse de leyes de la mecánica si se negaba la conexión causal entre fenómenos? Kant hizo de la causalidad una categoría de los juicios hipotéticos.

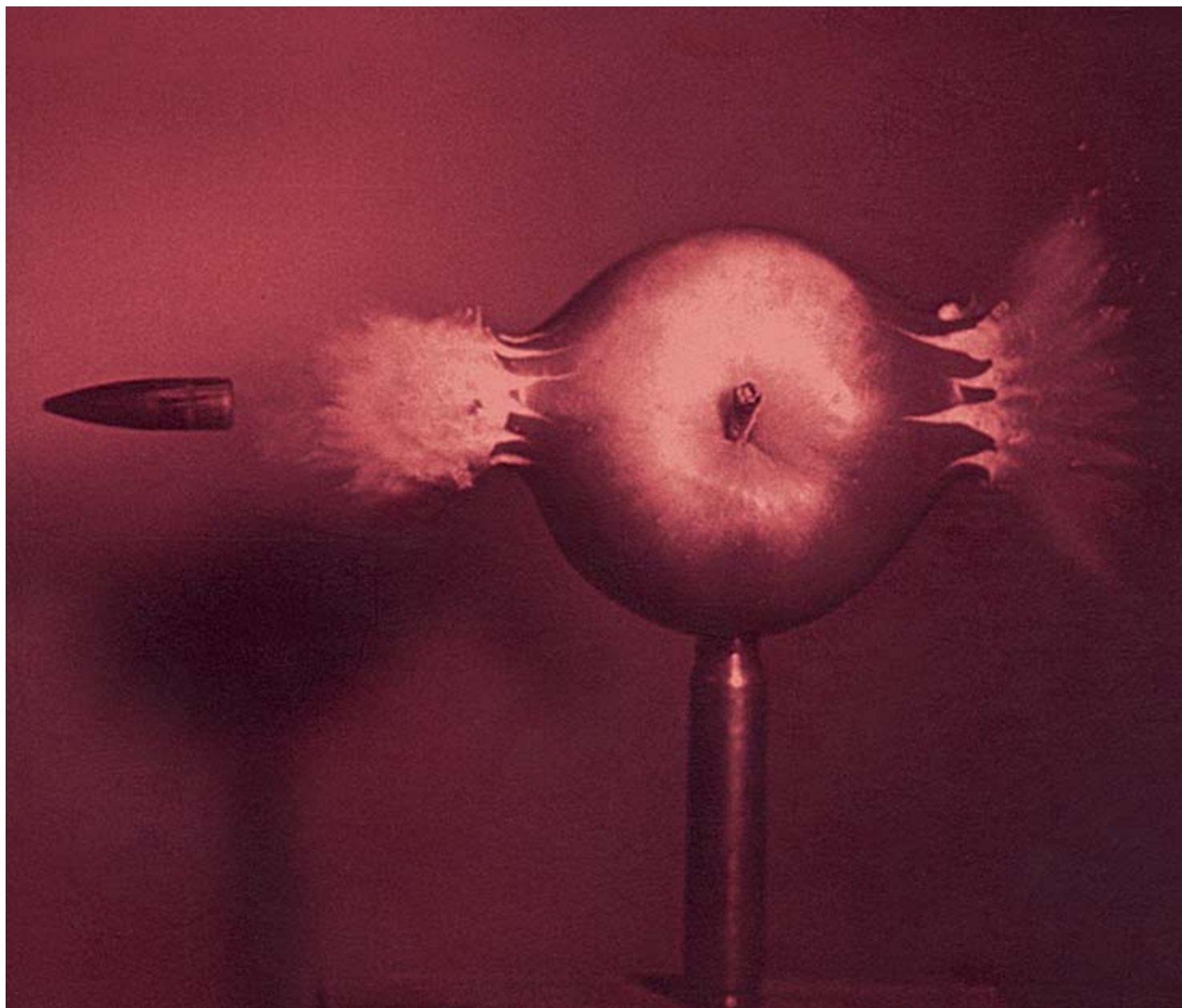
Ante la constancia de los fenómenos, John Stuart Mill sugiere transformar la mera asociación de Hume en un nexo condicional. Para explicar tal regularidad, el antecedente sustituía a la causa. El desarrollo de esa línea de pensamiento dio lugar al análisis nomológico, sustanciado en la síntesis siguiente: si *c* es una causa de *e*, deberá haber tipos o clases de sucesos, *F* y *G*, tales que *c* es de la clase *F*, *e* es de la clase *G*, y los sucesos de clase *F* vienen regularmente seguidos por sucesos de clase *G*. Los

neopositivistas a ultranza afirmarán que la regularidad implicada sería una mera “conjunción constante de facto” de ambos tipos de sucesos.

Pero no toda regularidad, comenzó a verse con claridad creciente, implica un nexo de necesidad. Para salir al paso de las limitaciones del análisis de la regularidad, surgió un método alternativo, el análisis contrafáctico de la causalidad (*Causation and Counterfactuals*). En ese giro desempeñó un papel decisivo un artículo, ahora clásico, de David Lewis. Con el título “Causation” apareció en 1973 en la revista *Journal of Philosophy*. Por contrafáctico debe entenderse un enunciado condicional en modo subjuntivo. La expresión *condicional contrafáctico* (o “contrario a los hechos”) nos indica la falsedad del antecedente. Sea, por ejemplo, “si este vaso se hubiera caído, se hubiera hecho añicos”. Del enunciado se infiere que el vaso no se cayó y, por tanto, no se hizo añicos.

Por tanto, y de acuerdo con el análisis contrafáctico, lo que convierte a un suceso en causa de otro es el hecho de que si el “suceso causa” no hubiera ocurrido, el “suceso efecto” no se produciría. La causa constituye, pues, una condición *sine qua non* para la producción del efecto. Con el tiempo se reconoció que el condicional contrafáctico debía distinguirse del condicional material y de la implicación estricta. Por razones diversas: no todo condicional subjuntivo con un antecedente falso es verdadero y, por otro lado, el hacerse añicos del vaso no está lógicamente implicado, o metafísicamente obligado, por la caída del vaso. Se requiere, además de la implicación condicional, el concurso de otras verdades fundamentales sobre las leyes de la naturaleza.

Puesto que vivimos en un mundo indeterminista, en el sentido de que hay sucesos particulares que carecen de causa suficiente (*Cause and Chance. Causation in an Indeterministic World*), necesitamos un enfoque complementario de la causalidad, el probabilístico. Así exponía en 1986 el propio Lewis su punto de vista al respecto: “*c* ocurre, *e* tiene una posibilidad *x* de ocurrir y acontece que *e* ocurre; si *c* no hubiera ocurrido, *e*



seguiría teniendo todavía cierta posibilidad y de ocurrir, pero sólo muy pequeña, ya que y sería mucho menor que x . No podemos afirmar que sin la causa el efecto no hubiera ocurrido, pero podemos afirmar que sin la causa el efecto habría sido mucho menos probable de lo que lo fue en realidad. Yo creo que debería decirse que e depende causalmente de c , y que c es una causa de e ".

Pero la doctrina venía bastante elaborada desde tiempo atrás, en particular gracias a Patrick Suppes, autor de una sólida *A Probabilistic Theory of Causality*, publicada en 1970. En su *Probabilistic Metaphysics*, aparecida catorce años después, Suppes define tres tipos de causas: causas prima facie,

causas espurias y causas genuinas. Un suceso B es una causa prima facie de un suceso A si y sólo si (1) B acontece antes que A , (2) la probabilidad condicionada de A que acontece cuando ocurre B es mayor que la probabilidad no condicionada de que ocurra A . Un suceso B es una causa espuria de A si y sólo si B es una causa prima facie de A , y existe una partición de sucesos anteriores a B tales que la probabilidad condicionada de A , dado B y cualquier elemento de la partición, es la misma que la probabilidad condicionada de A , dado el elemento de la partición. (Por partición de sucesos Suppes entiende una forma de dividir un suceso en subclases; por ejemplo, "fumar" puede dividirse en "fumador

ocasional/fumador moderado/fumador empedernido", o en fumadores que beben y fumadores que no beben.) Por último, la causa prima facie que no es espuria (que no encierra tal partición) constituye una causa genuina.

La causalidad probabilística constituye hoy un tema recurrente. Pero entre los filósofos que admiten que la causa aumenta las posibilidades de su efecto, existe desacuerdo sobre la caracterización de esa idea fundamental. Algunos la describen en términos de probabilidades condicionadas; otros, en términos de condicionales subjuntivos en cuyo consecuente sitúan las posibilidades de los sucesos.

LUIS ALONSO

El concepto de ciencia en Popper

Andrés Rivadulla

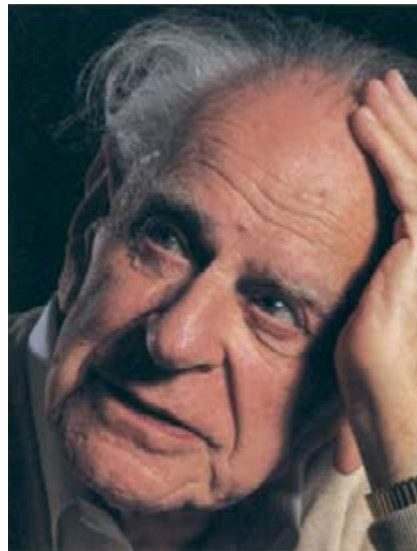
La imagen usual de la ciencia es la de un edificio sólidamente asentado en la experiencia. Sus leyes y teorías son aceptadas como verdaderas acerca del mundo, o, en el peor de los casos, cuando no tenemos certeza acerca de su verdad, el apoyo que encuentran en la experiencia hace concebir que al menos tienen una alta probabilidad de ser verdaderas. Después de todo, se supone, la ciencia es una práctica dirigida a la búsqueda y el establecimiento de la verdad, es decir, al conocimiento de hechos y sus causas.

Esta imagen de la ciencia no es compartida, empero, por todos los científicos, ni por todos los filósofos, en todos sus aspectos.

Se cumplieron en 2004 diez años de la muerte de Karl Raimund Popper (1902-1994), y setenta de la publicación, en 1934, de su obra seminal de la filosofía actual de la ciencia, *La Lógica de la Investigación Científica*. Popper es una figura capital del pensamiento filosófico contemporáneo. Pero es en su condición de teórico de la ciencia en la que le consideramos aquí. Rompió con dos concepciones muy arraigadas del pensamiento científico: la de la *fundamentación de la ciencia* sobre una base de certeza —es decir, la idea de que una amplia base empírica garantiza un conocimiento *seguro* acerca del mundo—, y la de la *probabilidad de verdad* —es decir, la idea de que, al menos, esta misma base empírica favorable a una teoría permite mantener que ésta es harto probablemente verdadera, o que tiene mayor probabilidad de ser verdadera que otra teoría competidora.

Lo curioso del caso es que, a pesar de su rechazo de ambas ideas, Popper sostiene como idea irrenunciable de su filosofía de la ciencia, la de que la meta de la ciencia es la verdad, y que hay verdades *interesantes* por descubrir. Esto le convierte en un *realista científico*.

Las raíces del pensamiento popperiano arraigan en una situación de controversia histórica entre dos paradigmas incompatibles sobre la ciencia: el de Einstein, caracterizado por un rechazo inequívoco de la idea de inducción como método científico, y su defensa del método hipotético-deductivo, una de cuyas formas es el sometimiento a contrastación empírica de las hipótesis conjeturadas, y el concepto de ciencia del *positivismo lógico* del Círculo de Viena, caracterizado por la exigencia de verificabilidad inductiva de las leyes y teorías, requisito que pondría de manifiesto la fundamentación de la ciencia sobre una base de certeza.



Popper optó por Einstein, y en múltiples ocasiones confesó el fuerte impacto que, sobre su teoría de la ciencia, ejerció la *revolución einsteiniana*, de la que en 2005 se cumple su primer centenario. Así, siguiendo a Einstein, Popper propone que el criterio que debe distinguir la ciencia genuina de la pseudociencia es el requisito de *falsabilidad*: Toda teoría tiene que poder fracasar ante la experiencia. La razón lógico-filosófica es bien sencilla: como la 'verificabilidad' inductiva no puede garantizar la certeza acerca de la verdad de una teoría, por muy amplia que sea la base empírica en que ésta se apoye —tampoco puede garantizar su probabilidad de ser verdadera—, la búsqueda de verificabilidad no debe ser lo que caracterice el método científico. Con lo que la actitud característica de la ciencia deberá ser la *actitud crítica*: Una teoría es genuinamente científica, si y sólo si es falsable, es decir, si al menos son

pensables situaciones de la Naturaleza, ante las cuales la teoría fracasaría. Frente al dogmatismo verificacionista de buscar confirmaciones de nuestras hipótesis o teorías, se alza la actitud falibilista y crítica de Popper en teoría de la ciencia.

Algunas consecuencias aparentemente paradójicas se siguen de este concepto crítico-falibilista de ciencia. En primer lugar, la concepción *negativa* de las teorías como *prohibiciones*: una teoría es para Popper una prohibición, y es tanto mejor teoría cuanto más prohíbe. En segundo lugar, su insistencia en la *eliminación de errores* —frente a la búsqueda de verificaciones— como consustancial a la práctica científica, y en tercer lugar, el importante papel que concede a las refutaciones en la metodología de la ciencia.

Una teoría consiste, para Popper, en el conjunto de circunstancias lógicamente posibles, es decir, pensables, que no deberían darse, si fuese verdadera. Técnica-mente, Popper las denomina sus *posibilidades de falsación*. Una teoría no es pues genuinamente científica si no prevé su propia *clase de posibilidades de falsación*. Así, una teoría no se identifica tanto por aquello que afirma que es el caso, como por aquello que prohíbe. De ahí que la actitud crítica en ciencia, consistente en el sometimiento de la teoría a la discusión más rigurosa posible con el objeto de eliminar el error, se constituya como la norma metodológica por excelencia en ciencia; es decir, como lo que caracteriza la práctica científica. La eliminación del error es concebida por el *realista* Popper como la mejor forma de aproximación tentativa a la verdad. Finalmente, la refutación de una teoría, cuando es el caso, contribuye a abrir las puertas a una revolución científica, o a consolidar una revolución científica en marcha.

Nada tiene de extraño, pues, que Popper sea uno de los filósofos de la ciencia más populares entre los científicos actuales.

ANDRÉS RIVADULLA es profesor de Filosofía de la Ciencia de la Universidad Complutense de Madrid. Es editor de *Hipótesis y Verdad en Ciencia. Ensayos sobre la filosofía de Karl Popper*, Editorial Complutense, Madrid 2004, y autor de *Éxito, Razón y Cambio en Física. Un enfoque instrumental en teoría de la ciencia*, Editorial Trotta, Madrid 2004.

