

Mente y cerebro

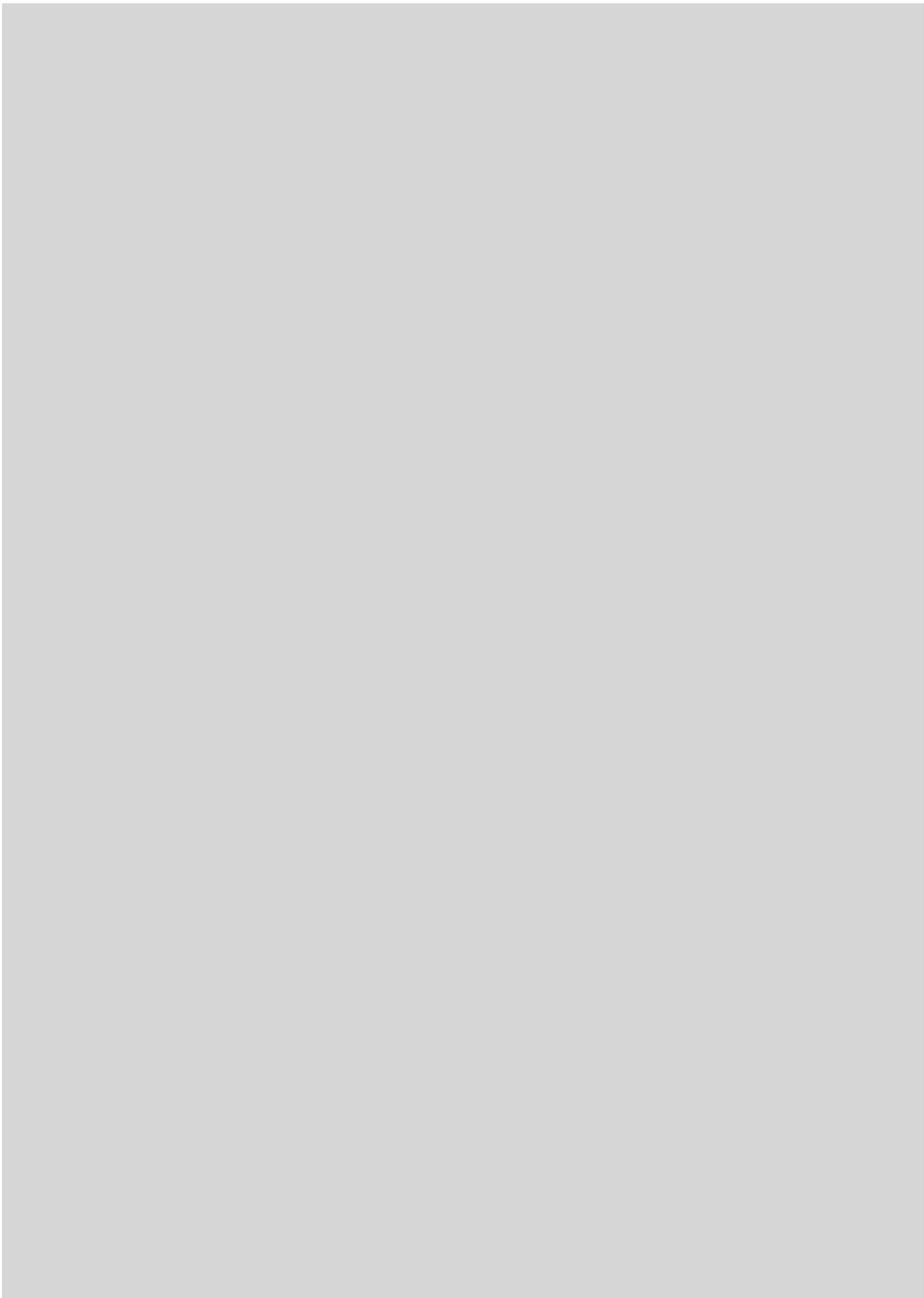
INVESTIGACION
CIENCIA

Emociones musicales

- **Andrés Alcázar**
- **Interfaces cerebrales**
- **Tartamudez y logoterapia**
- **Síndrome de Down**
- **Facultades mentales y envejecimiento**
- **Células gliales**
- **Leonardo da Vinci, neurocientífico**

Julio/Agosto 2005







SUMARIO

Julio / Agosto de 2005

Nº 13

10 Interfaces cerebrales

José del R. Millán

Una interfaz cerebral es un canal de control y comunicación que no utiliza los nervios periféricos y músculos, vías de salida normales del cerebro, sino que transforma directamente procesos cerebrales en acciones.



15 Tartamudez y logoterapia

Katrin Neumann

La charla distendida y fluida le resulta imposible a un tartamudo. Pero la investigación va descubriendo las raíces neurológicas y abre la esperanza de nuevos tratamientos.



20 Síndrome de Down

Ingelore Möller

Durante mucho tiempo se equiparó la trisomía 21 con una minusvalía grave, que suponía una dependencia indefinida de los demás. Sin embargo, hoy sabemos que estos niños pueden desarrollar una personalidad autónoma, si se les estimula desde muy pronto.



24 Emociones musicales

Sandrine Vieillard

La música suscita emociones moduladas por diversos parámetros, como el *tempo* o el modo, mayor o menor. El estudio de estos parámetros hace posible la identificación de los efectos psicológicos producidos: ira, alegría, tristeza o sosiego.



42 Facultades mentales y envejecimiento

Marion Sonnenmoser

El envejecimiento no es una maldición: nuestro cerebro compensa muchas deficiencias asociadas a la edad.

78 Leonardo da Vinci, neurocientífico

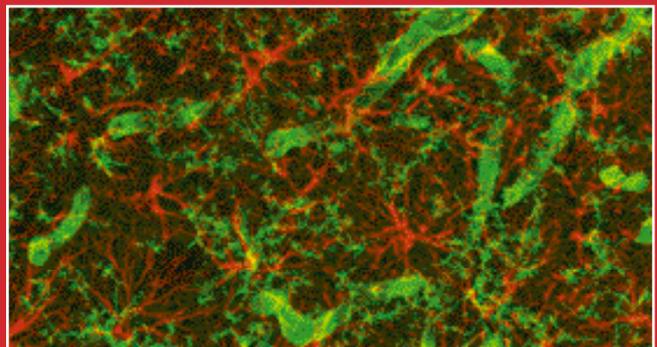
Jonathan Pevsner

Hace quinientos años, el artista e ingeniero se adelantó a su época al alcanzar un conocimiento científico más preciso del cerebro.

83 Células gliales

*Bernardo Castellano López
y Berta González de Mingo*

Cada vez vamos conociendo mejor el importante papel que las células gliales desempeñan en el complejo entramado nervioso. Además de modular la función de las neuronas, decretan su supervivencia o muerte en determinadas circunstancias



29 Ilusiones auditivas

Christian Cavé

Podemos provocar en el laboratorio ilusiones auditivas creando situaciones poco habituales. Gracias a ellas comprendemos mejor los mecanismos ordinarios de la audición.

34 Impulsos irresistibles

Marion Sonnenmoser

Los pensamientos giran sin parar en torno al mismo tema: un examen inminente, la anhelada cita o la entrevista de trabajo fallida. Un fenómeno normal, mientras no se convierta en un estado permanente.

38 Psicovirus

Karl Bechter

Ciertas enfermedades psíquicas podrían hundir su origen en una infección vírica. ¿Hemos entrado en una nueva era de la psiquiatría?

46 Fármacos contra el miedo

John Travis

Quien tiene miedo, vive más tiempo. Un temor prudente nos previene de peligros amenazadores. Pero una fobia patológica puede hacer que la vida se transforme en una tortura. Cuando tal sucede, hay que erradicar del cerebro esa sensación.

50 Quiralidad

Detlef B. Linke y Sabine Kersebaum

Creativos, enfermizos y un poco torpes son tres de los prejuicios extendidos, en un mundo de diestros, sobre los zurdos. ¿Cuál es la razón última de esa opuesta quiralidad entre la población?

66 Pronóstico del alcoholismo y las toxicomanías

Lisa N. Legrand, William G. Iacono y Matt McGue

El estudio de hermanos gemelos a lo largo del tiempo podría desentrañar el origen de las conductas adictivas y permitir la identificación de quienes son más susceptibles de incurrir en ellas.

74 La sucesión de imágenes mentales

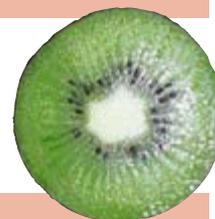
Christof Koch

¿Será mera ilusión el flujo continuo de las percepciones? ¿Se compone la consciencia de una secuencia de impresiones, transitorias y singulares, parecidas a los fotogramas de una película?

SECCIONES

ENCEFALOSCOPIO

5 Pirañas acobardadas. Mozart azucarado, Chopin salado. Traumatismos craneanos infantiles. Vitamina C. El sonido de la ira. Hombres y chimpancés.



RETROSPECTIVA

7 **Andrés Alcázar (ca. 1490-ca. 1585)**
La indicación neurológica de la cirugía craneal.

ENTREVISTA

56



Peter Weingart:
¿Cómplice o contrincante?

MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD

58

El síndrome de la mano extraña. Significado evolutivo del fracaso amoroso. Vehículos militares sin conductor.



SYLLABUS

89

Informática para la investigación criminal

¿Puede el ordenador resolver la autoría de un crimen? Los programas informáticos han empezado a medir sus fuerzas en competición con los clásicos de la novela negra.



LIBROS

93

Psicopatologías

ENSAYO FILOSÓFICO

96

Ludwig Wittgenstein

Mente y cerebro

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:

IGNACIO NAVASCUÉS: *Tartamudez y logoterapia, Síndrome de Down, Psicovirus*; LUIS BOU: *Emociones musicales, Ilusiones auditivas, Pronóstico del alcoholismo y las toxicomanías*; I. NADAL: *Impulsos irresistibles, Quiralidad, Entrevista*; JUAN AYUSO: *Facultades mentales y envejecimiento, Significado evolutivo del fracaso amoroso*; ANGEL GONZÁLEZ DE PABLO: *Fármacos contra el miedo, La sucesión de imágenes mentales*; J. M. GARCÍA DE LA MORA: *El síndrome de la mano extraña*; ALEX SANTATALA: *Vehículos militares sin conductor, Syllabus*; M.^a JOSÉ BÁGUENA: *Leonardo da Vinci, neurocientífico.*



Portada: ZEFA (foto); SIGANIM (fotomontage)

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

Madrid:

Manuel Martín Martín
Teléfono 670 236 715
email: publicidad-ic@hotmail.com

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 © 2005 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



Pirañas acobardadas

En el imaginario popular, la piraña es el monstruo sanguinario que descarna a sus víctimas en pocos minutos. Para un naturalista se trata, sin embargo, de un animal muy tímido. Aísleselo en un estanque y parecerá que se hunde. En la Universidad escocesa de Saint Andrews y en la brasileña de Río de Janeiro, Anne Magurran y Helder Queiroz, tras separar un individuo del resto del grupo, observaron que se escondía en los rincones del estanque, receloso ante la vista de un hombre o un ave. Según informan en *Biology Letters*, su ritmo cardíaco se disparaba en cuanto una sombra rozaba la superficie del agua. Para sentirse arropada, la piraña necesita desenvolverse en bancos. En condiciones de libertad no puede apartarse del grupo so pena de caer presa de un pez carnívoro mayor, de un cormorán o de un caimán; en cambio, en una formación de 500 individuos sólo hay una posibilidad entre quinientas de ser devorado.



Johann Gottfried Reiche

Mozart azucarado, Chopin salado

¿Sorbetes de sonata o pastel de sinfonía en do menor? Un postre agríndice que se diría creado por un repostero de la nueva ola. Pero no se trata de capricho o fantasía alguna, sino de la vivencia de una joven de 27 años. Dedicada a la música, posee un talento rarísimo: la sinestesia de los sonidos y los sabores. En cuanto percibe un acorde musical, siente asociado un sabor. Determinados acordes preferidos por Chopin le producen, en la punta de la lengua, un regusto salado, en tanto que los movimientos alegres de Mozart le evocan una sensación azucarada. Ciertas notas le traen el aroma inimitable de la hierba fresca recién cortada.

Ante ese caso excepcional, los neurobiólogos se aprestaron a conocer qué acontece cuando la joven oye música mientras come. El equipo de G. Beeli, de la Universidad de Zúrich, situó un botón en un borde de la mesa. Sirvieron platos que ora correspondían a los sabores evocados por los acordes ejecutados ora no correspondían. La joven debía apretar el botón en cuanto identificaba un acorde musical. En la prueba se comprobó que el tiempo de reacción era mucho más corto cuando el sabor del plato correspondía al del acorde y más largo cuando el sabor del plato difería del evocado por el acorde.

¿Se encierra ahí la clave de la sinestesia? Cuando la joven come un plato salado, en las áreas gustativas de su cerebro se activa un grupo de neuronas asociado a la percepción de la sal. Si escucha entonces un movimiento de Mozart, tiende a activarse otro grupo de neuronas, vinculado ahora a la percepción de lo dulce. Puesto que se trata de dos grupos de neuronas distintos, la joven percibe dos gustos a la vez, e invierte más tiempo en descubrir cuál es el suscitado por el sonido. El tiempo de reacción se alarga. Se muestra así que la música activa las zonas gustativas del cerebro, con el mismo título que los alimentos, y que debe existir en cada uno de nosotros nexos estrechísimos entre el cerebro auditivo y el gustativo.

Traumatismos craneanos infantiles

Un niño se cae y se golpea la cabeza en los escalones de la casa. Pierde el conocimiento. Examinado *in situ* por los servicios de urgencia descubren éstos un traumatismo craneal. En el pequeño las consecuencias pueden ser graves, en particular si se produce un edema cerebral. Debido a la inflamación provocada por el golpe, afluye agua al cerebro. Los ventrículos, cavidades que contienen líquido cefalorraquídeo, se comprimen y dejan de ser visibles al escáner. Se impone actuar con rapidez, porque la mitad de los niños víctimas de traumatismos craneales mueren en las dos primeras horas del accidente, lo que representa una de las causas principales de mortalidad infantil. Colocan al niño en la camilla. El equipo médico se apresta a evaluar la gravedad de la lesión ensayando diversas reacciones del herido. Al no responder, los médicos sacan mantas refrigerantes de

la ambulancia y bajan la temperatura corporal del pequeño hasta 32,5 grados C.

Tal podría ser una escena habitual en el futuro, si se demuestra eficaz una técnica que empieza a ensayarse en los Estados Unidos. La producción de una pequeña hipotermia en los niños víctimas de traumatismos craneales aumenta las posibilidades de supervivencia de los traumatizados, así como la probabilidad de recuperar sus facultades mentales. El estudio, llevado a cabo con 75 pacientes, revela que la hipotermia favorece la disminución de la presión intracraneana, limitando los procesos de inflamación. Seis meses después del accidente, los niños han presentado una mejoría en su capacidad de expresión oral y de razonamiento. Aunque sea todavía prematuro para echar las campanas al vuelo, del éxito de la técnica depende una primera victoria sobre las causas de mortalidad infantil.



Vitamina C

Favorece el desarrollo, combate la anemia, mejora la respuesta inmunitaria y, ahora, podría venir en auxilio de las fumadoras empedernidas que no logran abandonar la adicción ni siquiera durante el embarazo. Hablamos de la vitamina C, molécula que el organismo humano, incapaz de sintetizarla, debe extraerla de la alimentación, sobre todo. Ha vuelto al primer plano a raíz de un estudio liderado por Becky J. Proskocil. Asumiendo que muchos de los efectos nocivos del humo sobre la función pulmonar del feto se deban a la acción de la nicotina, los investigadores suministraron a hembras de primate una cantidad fija de nicotina, desde el día vigesimosexto de preñez hasta el final de la gestación. Una vez nacidas, las crías presentaban gravemente dañada la función pulmonar. Pero si durante la gestación, la preñada fumadora había recibido vitamina C, en las crías se observaba una función respiratoria significativamente mejor que las crías de madres que no habían recibido suplemento vitamínico. En particular se resentían menos el líquido de la cavidad pulmonar y la elasticidad del tejido.

El sonido de la ira

Pese al ruido ambiente de una discoteca podemos percibir lo que nuestro interlocutor nos está contando. Cortamos, empero, la conversación, si se produce un estruendo. Con este ejemplo queremos ilustrar las exigencias contrapuestas que el sistema nervioso debe satisfacer para lograr un comportamiento flexible. Por un lado, es necesario que del flujo continuo de informaciones sensoriales se seleccionen las provechosas para conseguir un objetivo. Por otro, importa saber qué estímulos, en un momento ignorados, resultan decisivos para reparar en situaciones peligrosas.

Existen en el cerebro procesos automáticos que cumplen la función de orientar nuestra atención hacia un estímulo inesperado. Patrik Vuilleumier, de la Universidad de Ginebra, consideró el papel de los mecanismos de elaboración de los estímulos emotivos. Con su equipo, sometió a 15 voluntarios a un test en el que se les hacía oír palabras carentes de sentido, pronunciadas con una entonación neutra o airada.

A cada sujeto se le ofrecía un par de auriculares y en cada oído se recibía una voz distinta. Según los casos, ambos podían tener una entonación neutra o bien una neutra y otra airada. En la resonancia magnética funcional aplicada se observó un incremento significativo de la excitación de la región medial del surco temporal superior de ambos hemisferios siempre que se oía una voz airada. Ese incremento era independiente del oído. El cerebro captaba y elaboraba la entonación colérica de la voz que, de acuerdo con el protocolo del ensayo, tendría que haberse ignorado. La corteza medial del surco temporal superior es un área de la corteza altamente selectiva para las voces. En un ensayo ulterior Vuilleumier demostró que esos efectos se provocaban sólo mediante voces reales, no sintéticas, de frecuencia o amplitud parangonables. A la postre, se trata de un mecanismo nervioso especializado para captar los aspectos emotivos del lenguaje, una cualidad de indudable interés en las relaciones sociales.

Hombres y chimpancés

Los humanos y los chimpancés no han dejado de distanciarse desde que, a partir de un antepasado común, tomaron caminos distintos hace millones de años. ¿Podría rastrearse en los genes la historia de ese alejamiento? La cuestión se la plantearon investigadores de la Universidad de Cornell y de la Universidad de Copenhague, cuyos resultados acaban de publicar. Compararon 13.731 genes humanos conocidos con los genes correspondientes de chimpancé, para así delimitar las mutaciones que pudieran reflejar la acción de la selección natural.

La mayoría de las mutaciones no sinónimas, que codifican diversos aminoácidos, conciernen al sistema inmunitario. Podrían representar el vestigio del brazo de hierro evolutivo entre el sistema inmunitario y los organismos patógenos, quizás uno de los factores fundamentales de selección positiva. Se han encontrado mutaciones significativas en genes implicados en la supresión de factores tumorales y en los mecanismos de muerte celular que regulan la espermatogénesis. En este segundo caso, la selección podría venir inducida por la confrontación entre genes egoístas de las células germinales, que apuntan hacia la limitación de la apoptosis para reproducirse, y el organismo adulto, que muestra interés por aprovecharse de ese mecanismo para eliminar eventuales células tumorales. ¿Y el cerebro? Los genes expresados por el tejido cerebral se resisten al análisis, tal es el grado de diferenciación de las distintas áreas del encefalo. Parecen, además, poco proclives a las mutaciones. Las raíces genéticas de los dispares planos cognitivos entre una y otra especie tienen que ver con la regulación y organización, no

con la secuenciación nucleotídica. Sin que ello obste para que se den también variaciones genéticas en ámbitos funcionales como el olfato y el oído, tan divergentes en humanos y primates. La investigación, no concluida, pone de relieve el largo recorrido que humanos y chimpancés, e incluso tal vez otros mamíferos, han compartido durante el proceso de la evolución.





Andrés Alcázar (ca. 1490-ca. 1585)

La indicación neurológica de la cirugía craneal

José María López Piñero

Durante el Renacimiento se mantuvo la separación entre la ocupación de cirujano, que tenía una formación artesanal, y la profesión de médico, con estudios y título universitarios. Como es sabido, respondía a la valoración social negativa del trabajo manual, significado original del vocablo “cirugía” (de *khéir*, mano, y *érgon*, trabajo). La única excepción continuaba siendo, como en la Baja Edad Media, Italia y, bajo su directa influencia, los reinos hispánicos, donde existían cátedras de cirugía en las universidades más importantes y, junto a los cirujanos propiamente dichos, médicos titulados que se dedicaban a la práctica quirúrgica. Uno de estos últimos es Andrés Alcázar, considerado justificadamente por los neurocirujanos como un “clásico”, sobre todo desde que tuvo lugar en Madrid el III Congreso Europeo de su especialidad (1967).

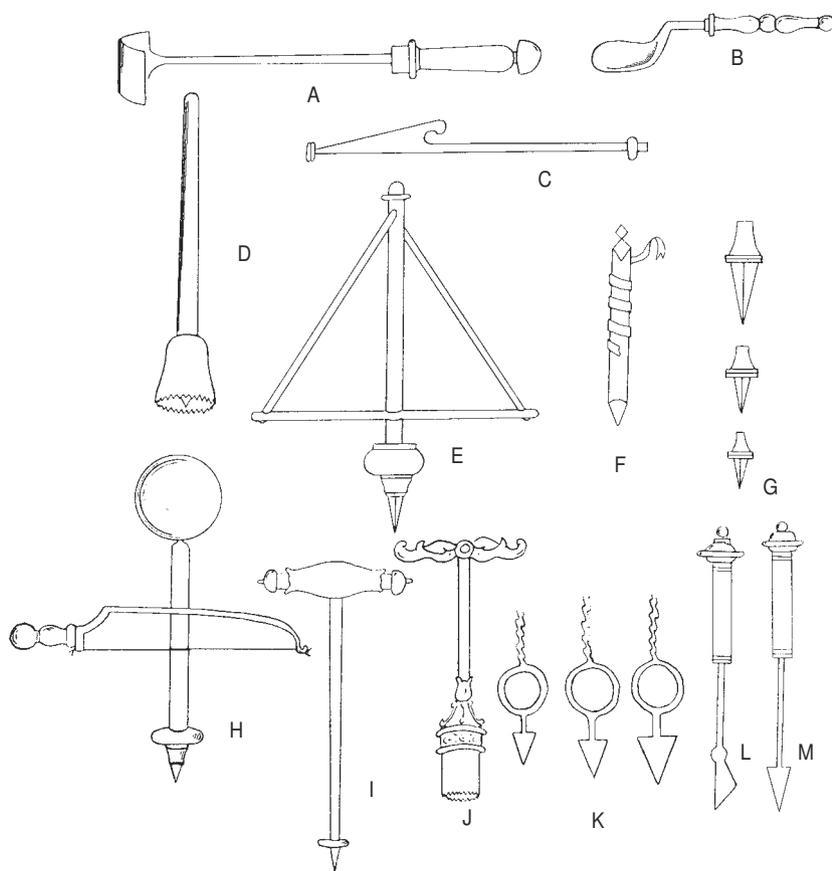
Alcázar nació en Guadalajara y, tras cursar sus estudios universitarios en Salamanca, se dedicó a la práctica quirúrgica en su ciudad natal, Avila y Segovia. En 1567, al dotarse la cátedra de cirugía en la Universidad salmantina, fue nombrado para ocuparla. Como era habitual en la época, publicó en la ancianidad el tratado *Chirurgiae libri sex* (1575), en el que reunió la experiencia de toda su vida profesional. La parte más destacada es el primer “libro”, que se ocupa de la cirugía craneal (*De vulneribus capitis*). Al parecer, fue reimpreso aisladamente siete años después de la edición original, lo que demuestra que fue también la más apreciada de su época. Recoge muchas innovaciones relacionadas con el tema, que había ido introduciendo durante los cincuenta años anteriores. Se sabe, en efecto, que en 1514 había fabricado ya los instrumentos de su invención y que a la difusión de los mismos en Italia y en Francia contribuyó el médico y humanista Luis Lucena y, más tarde, el

protocirujano francés Louis Debourges, que vino a España acompañando a Francisco I en 1525.

De vulneribus capitis consta de veinticinco capítulos, en los que Alcázar realiza dos aportaciones fundamentales. La primera consiste en un detenido estudio diagnóstico de las heridas cefálicas. Es la más completa exposición sobre el tema publicada en la Europa renacentista, superior incluso a la de los grandes tratados de Ambroise Paré y Andrea della Croce, que le aventajan, en cambio, en lo referente al instrumental. Alcázar estima que no basta la

consideración externa de la herida y de los signos locales relativos a la profundidad de la fractura, la presencia de hemorragia intracraneana, colección de pus, punzamiento de la duramadre, etc.

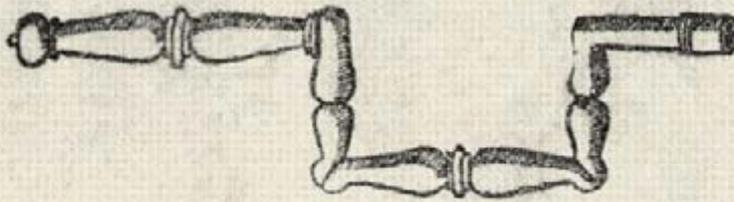
El aspecto más fértil de su estudio es el gran relieve que concede a los síntomas neurológicos y la fina valoración que hace de ellos: vértigos, trastornos de la voz y de la visión, vómitos —con muy precisa distinción entre centrales y digestivos—, trastornos mentales, de la sensibilidad y el equilibrio, alteraciones de la micción, la defecación y el tono muscular, fiebre,



A. Raedera (*xyster*)
 B. Guardameninges (*meningophylax*)
 C. Cuchillo lenticular (*phakotós*)
 D. Trépano de corona (*modiolus*)
 E. Trépano perforativo (*terebra*)
 movido por un mecanismo de ballesta
 F. Otro modelo de terebra
 G. Puntas de trépano insumergible (*abaptiston*)
 H. *Abaptiston* movido por la cuerda de un arco
 I. *Abaptiston* movido a mano
 J. Trefina española
 K. Perforaciones insumergibles de Albucasis
 L. Bisturí ancho de Albucasis
 M. Bisturí estrecho de Albucasis

1. INSTRUMENTOS PARA LA TREPANACION CRANEAL anteriores a la obra de Alcázar. Esquema de J. M. López Piñero (1964).

Forma totius instrumenti.

Forma mei instrumenti maris
sine torculari.

Forma masculi torculari.



Forma forminx sine torculari.



Forma forminx cum torculari.



VERVM quia calvariz ossa perforan-
da, crassitie ac tenuitate valde differunt
quò difficillimum ac forte impossibile
esset eodem instrumento varia calvariz
ossa tunc perforari nisi plurima litemora
ac longiora instrumenta pararentur, vt
6 Meth. cap. 6. Galienon. Quòd moro-
sum admodum esset, itaque plures ducens
noctes infirmos tandem iam adiuuenti
unico duntaxat instrumento tunc os cras-
sum quam tenue perforari posse in hoc
tantum à modico, vel à baptista differen-
tiente quòd orbicularis ferrula qua ossis

perforatio molitur duobus contiguis ca-
lamis aequaliter torculari quodam con-
iunctis condatur quò quidem torculari
ferrula vel elongari vel abrecuari secun-
dum exigentiam subtiliter possit. Ver-
um enimvero, quia connumerata instru-
menta fracturis duntaxat crucei ad inter-
iora penetrantibus à quibus ossis peti-
cula integra in orbem extrahitur, ac-
commodantur. Itaque dubijs, etiam
fracturis intramento, & insuper ratio-
ne explorandis: alia instrumenta ex-
meo etiam (vt aiant Marte) condi-
dinem-

2. PAGINA 62 DEL TRATADO DE ALCAZAR (1575): "Forma de todo el instrumento"; "Forma de mi instrumento macho sin rosca"; "Forma de mi instrumento hembra sin rosca"; "Forma de la corona macho con rosca"; "Forma de la corona hembra con rosca".

escalofríos, etc. Ello le sirve para sentar las indicaciones de la trepanación, que limita a los cuadros clínicos en los que resulta evidente la hipertensión craneal, y la presencia de abscesos o de fragmentos óseos que desgarran o puncen las membranas cerebrales. Esta última cuestión la expone de la forma siguiente:

"Hablares ahora de los signos que dan a entender el hecho de haber sido heridas las membranas del cerebro.

"En primer lugar, el dolor y el vértigo se presentan con más fuerza que en la mera fractura del cráneo. El rostro y los ojos enrojecen y la misma cara se llena de pústulas, debido a la inflamación que se produce en el cerebro y sus membranas por la conexión de los músculos con el cráneo, o por la

comunicación del daño de las membranas del cerebro y de los nervios que parten de él a la garganta, el tórax y los órganos de la respiración. De ahí que se produzca un jadeo tan frecuente y maligno que, por la ansiedad de la respiración, enrojece el rostro y brotan las pústulas.

"Los ojos, además de enrojecer, se hinchan y oscurecen, debido a la relación que tienen sus membranas con las del cerebro. En efecto, la membrana conjuntiva del ojo tiene su origen en el periostio, la córnea en la duramadre, la úvea en la piamadre y el nervio óptico en la aracnoide.

"La sangre sale al exterior por la boca, la nariz o los oídos, como nosotros vimos en cierto herido con fractura penetrante e incisión de la duramadre del cerebro.

No sólo arrojaba la sangre por los oídos, sino sanies y la leche de mujer que se le puso sobre la herida.

"Las potencias del cerebro se lesionan y el enfermo se torna estúpido y como amedrentado; permanece inmóvil a causa del daño del cerebro, de donde parten los nervios por los que se distribuye la sensibilidad y el movimiento a todas las partes sensitivas y motrices. De ahí que Hipócrates diga que en el golpe de la cabeza, la estupidez y el delirio es mala señal.

"El enfermo suele tener fiebre debido a la conmoción de los humores y de los espíritus, los cuales se dirigen, encendidos, al corazón, sede del calor innato, lo inflaman y con ello a todo el cuerpo. Si los escalofríos no preceden a la fiebre, no se ha de considerar a ésta mortal, como lo sería si le precedieran escalofríos frecuentes y desordenados. Pues éstos amenazan convulsión. No sólo los escalofríos son signos de convulsión, sino los bostezos y despezos, si fueran muy frecuentes, ya que son especies de aquéllos...

"El enfermo se envara, es decir, se le ponen tensas la cerviz y las mandíbulas. Este síntoma, por testimonio de Celso y por la misma experiencia, se considera mortal, sobre todo si se presenta al cabo del tiempo y no al principio.

"Los insomnios atormentan, porque al conciliarse el sueño en el cerebro y estar éste lesionado, el enfermo se ve obligado a velar o a dormir mal.

"La comida repugna y el enfermo la vomita por la incapacidad del estómago, cuyo principal nervio sensitivo comunica con el cerebro. Pues si el vómito se produce con sólo la fractura del cráneo, mucho más con la incisión de las membranas del cerebro.

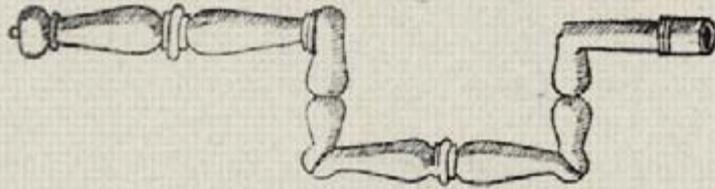
"Estas cosas aparecen sobre todo cuando la herida asienta en la parte anterior de la cabeza, pues de ahí procede el nervio antedicho; por eso en la herida occipital esos síntomas no aparecen en la misma manera.

"El enfermo defeca y orina mal. Puede ser esto por varios motivos: bien porque el calor fértil seca los humores que hay que echar y daña los procesos naturales, o porque se suben las materias y los vapores de la cabeza dañada, o porque, enajenado, el herido se olvida de orinar y defecar, como dice Avicena, o por incapacidad de la fuerza expulsora de la vejiga, de los músculos y de los nervios que proviene de la conexión y afinidad de los músculos, o por una cierta disposición a la convulsión, que es la causa de que no se defeque u orine o de que se haga mal".

La segunda aportación de Alcázar consiste en el análisis de las condiciones que deben reunir los trépanos y el resto del instrumental operatorio, así como en la

di: nempe folida, plana, ac lenia, acuta, marem videlicet, tunicula cuspidi in medio supereminente ad primam cranei tabellam perforandam ne instrumentum lubricet, sternam verò sine ipsa cuspidi. Circumagitur autem, ut alia nempe, aut in ipso manubriolo perarticular, vel sine ipso, ut in hac effigie.

Forma totius integri instrumenti ingredientis in mimbrui, vel manubriolo.



Forma masculi instrumenti solidi quod vel manubriolo, vel arcu circū ducitur.

Forma instrumenti foeminx ad secundā laminam cranei perforandam.



V E L potest subtiliùs atque breuiùs præfatum instrumentum circumduci nempe arcu & manubriolo ex leuigligno fabricatis, & cordula lyrae, manu videlicet sinistra medici apprehenso manubriolo, dextra verò manu arcu circumuoluto, ut inferior indicat effigies.

Septimum

descripción de los que había diseñado. Considera inadecuados los trépanos habituales, que eran las llamadas *refina* o coronas de trépano accionadas directamente con la mano, mediante una especie de asa colocada en la parte superior del vástago que las sostenía. Alcázar denuncia sus peligros y propone, para superarlos, los trépanos de su invención. Consisten éstos, en primer lugar, en coronas de trépano insumergibles mediante un tope adecuado: una “corona macho”, con un pivote central que garantizaba la fiijeza del instrumento al comenzar la operación, y otra “corona hembra”, con la que se terminaba de perforar y que carecía de clavo para evitar los consiguientes riesgos de punción. Las coronas no las hacía girar directamente con la mano, sino mediante un manubrio como el de los berbiquíes de los carpinteros. El catedrático salmantino solucionó el problema de disponer de un numeroso juego de coronas de acuerdo con el espesor del hueso que había que trepanar, mediante un dispositivo en forma de tuerca que permitía alargarlas o acortarlas según la circunstancia.

Para los casos especialmente delicados inventó un segundo tipo de trépano, también con dos coronas, “macho y hembra”, pero desprovistas de dientes y con sólo un borde cortante y afilado. Para hacerlas girar utilizaba un dispositivo semejante a la ballesta de tornero, que gira a impulsos de una correa o cuerda de un arco y que venía siendo utilizado para las “terebras” o trépanos perforativos desde la Antigüedad.

Los cinco “libros” restantes de la obra de Alcázar están dedicados a las heridas de los nervios y tendones, del tórax y del abdomen, a la sífilis y a la prevención y tratamiento de la peste. Sobresale la atención que dedica a la extracción de colecciones de pus en la cavidad torácica. Inventó para ello un instrumento que succionaba el pus, impidiendo al mismo tiempo la entrada de aire en el interior del tórax, y que servía también para inyectar medicamentos. Perfeccionó asimismo el “syringótomo”, aparato ya descrito por Galeno, e ideó procedimientos originales para la sutura de los tendones, del peritoneo y de la pared abdominal.

La base doctrinal de la obra de Alcázar continúa en buena parte dependiente de la sistematización del galenismo por Avicena, que combina con frecuentes referencias directas a textos galénicos o hipocráticos. Su estilo expositivo de profesor universitario no sólo se refleja en los problemas diagnósticos, sino incluso en la justificación de sus nuevos instrumentos:

“En lo que respecta a los instrumentos quirúrgicos con los que se interviene en las fracturas penetrantes del cráneo, me atreveré a decir que, siendo muy joven y preocu-

3. PAGINA 63 DEL TRATADO DE ALCAZAR (1575): “Forma del instrumento completo que se introduce en el berbiquí o en el manubrio”; “Forma del instrumento sólido macho al que se le da vueltas con el manubrio o con el arco”; “Forma del instrumento hembra para perforar la segunda lámina del cráneo”.

pado por penetrar en el saber quirúrgico, construí muchas herramientas nunca vistas por mí ni por mis maestros... con las que se puede hacer la trepanación con mucha mayor seguridad que con las antiguas.

“Con éstas había un triple inconveniente. El primero, porque siendo aquellos instrumentos iguales y desprovistos del tope que impide la penetración al interior, al hacer la operación, se introducían contra la voluntad del médico. El segundo, porque al llevar el trépano, fijo, en el centro, un clavo con el que se perforaba la lámina del hueso, fácilmente se pinchaba la duramadre del cerebro. El tercero, porque al hacer fuerza con las dos manos sobre el instrumento, se operaba con gran peligro del herido.

“Mientras se use bien de ellos, nuestros instrumentos carecen de dichos inconvenientes. En efecto, un tope superior impide que el clavo y ellos mismos penetren en el interior. Hay otro instrumento hembra desprovisto de punta, con el que se debe perforar la segunda lámina del hueso y con el que de ningún modo se pincha la membrana del cerebro. Este instrumento, a diferencia del antiguo, no realiza la operación mediante la violenta compresión de las manos, sino que se le da vueltas con mayor facilidad, con la correa o cuerda de la ballesta de tornero, o el vulgarmente llamado berbiquí, que he copiado en parte de los instrumentos de los carpinteros”.

Interfaces cerebrales

Una interfaz cerebral es un canal de control y comunicación que no utiliza los nervios periféricos y músculos, vías de salida normales del cerebro, sino que transforma directamente procesos cerebrales en acciones

José del R. Millán

La posibilidad del control mental de una máquina ha fascinado a la humanidad desde siempre. Pero ahora ese sueño (¡manos fuera!) comienza a adquirir perfiles reales gracias al esfuerzo multidisciplinar de expertos que trabajan en la intersección entre las neurociencias, la informática y la ingeniería biomédica.

Se han desarrollado ya los primeros prototipos de *interfaces cerebrales*. Analizan la actividad cerebral y detectan estados mentales del usuario, en tiempo real. Luego, los transforman en órdenes operativas: seleccionar una letra de un teclado virtual o mover una silla de ruedas. Y ambas acciones sin que la persona ejecute ningún movimiento. Basta que se imagine movimientos de sus propias extremidades o ejecute mentalmente las tareas de relajación, rotación de figuras geométricas o selección de palabras que comiencen por la misma letra.

Aunque estos primeros prototipos de interfaces cerebrales son de creación reciente, los ensayos y las ideas básicas datan de los años setenta, cuando se comprobó que los monos podían aprender a regular la actividad eléctrica de sus neuronas y que era posible predecir la dirección de la mirada de una persona a partir de la actividad eléctrica global del cerebro, los así llamados potenciales visuales evocados.

Esta posibilidad de enviar órdenes mentales directas a una máquina se sustenta en una peculiaridad del cerebro: codifica de manera distribuida cada una de nuestras capacidades, lo mismo motoras (agitar una mano) como cognitivas (el lenguaje); es decir, cada región cerebral participa en más de una tarea mental, al tiempo que cada tarea activa diversas regiones con intensidad y ritmos sutilmente diferentes.

El reto que se nos presenta estriba en reconocer, en tiempo real y de manera fiable, los patrones de actividad de diferentes regiones cerebrales asociados a diversas tareas mentales. Sólo entonces las personas con graves discapacidades

físicas podrán controlar las máquinas que les proporcionen la movilidad y comunicación perdidas.

Interfaces invasivas y no invasivas

Podemos reducir a dos las principales modalidades en que una interfaz registra la actividad cerebral, a saber, invasivas y no invasivas. Las interfaces invasivas utilizan microelectrodos implantados en el cerebro que miden la actividad de las neuronas, individualmente consideradas. A través de esta técnica, se ha logrado que los monos a los que se implantaron decenas de microelectrodos en su cerebro, aprendieran a controlar mentalmente un brazo robotizado. La experimentación con este tipo de implantes cerebrales en humanos se encuentra todavía en una fase muy preliminar, por razones éticas ya que no se pueden acometer determinados ensayos en humanos. Cierta paciente llegó a controlar el cursor de un ordenador para escribir mensajes; pero el alcance de las prestaciones no superaba las obtenidas por otras personas con interfaces cerebrales no invasivas.

La mayoría de las interfaces no invasivas se basan en el electroencefalograma (EEG). El EEG indica la actividad eléctrica del cerebro medida con electrodos superficiales colocados sobre el cuero cabelludo. El electroencefalograma refleja la actividad sincrónica de miles de neuronas corticales; no proporciona, pues, información detallada sobre la actividad local de pequeñas regiones cerebrales. Se caracteriza, además, por señales de pequeña amplitud (microvoltio) y de gran variabilidad en el tiempo.

Pese a tales limitaciones de los EEG, hay ya personas que han conseguido utilizar un teclado virtual, representado en la pantalla del ordenador, para seleccionar letras y escribir mensajes (*figura 1*). Otras han logrado conducir un robot móvil, semejante a una silla de ruedas, de una habitación a otra (*figura 2*).

Para ciertos estímulos, luces e imágenes que centellean, el EEG muestra un potencial evocado característico que

refleja la respuesta automática e inmediata del cerebro a estímulos externos. En principio, los potenciales evocados resultan fáciles de detectar. Algunos grupos de investigación los emplean para desarrollar interfaces cerebrales. Sin embargo, la necesidad de una estimulación externa restringe su utilidad a un número limitado de tareas.

Componentes asociados

Una opción alternativa más apropiada y natural para la interacción es el análisis de componentes asociados a la actividad mental, espontánea o voluntaria, del usuario. Podemos medir, en efecto, no sólo los potenciales corticales lentos, sino también ciertos ritmos cerebrales asociados a diferentes tareas motoras y cognitivas.

En el caso de los potenciales corticales lentos, cuya amplitud negativa refleja el estado preparatorio a la utilización de una determinada zona cortical, diversos pacientes que se encontraban en un estado de absoluta inmovilidad han conseguido emplear un teclado virtual y escribir mensajes.

En el caso de los ritmos cerebrales se ha estudiado y ensayado, a propósito de las interfaces cerebrales, el ligado a la imaginación de movimientos de brazos, manos y otras partes del cuerpo. El ritmo en cuestión se origina en el córtex sensoriomotor y puede medirse en la zona central del cuero cabelludo (por ejemplo, las posiciones C3 y C4 en la *figura 3*). En nuestra interfaz, además de los ritmos generados por la imaginación de movimientos de la mano izquierda o derecha, se recurre también a ritmos ligados a tareas cognitivas: relajación, visualización de figuras geométricas en rotación (un cubo), selección de palabras relacionadas y cálculo aritmético (sustracción de dos números).

La actividad neuronal no sólo genera corrientes eléctricas, sino que produce también señales magnéticas y metabólicas que, en principio, pueden usarse para desarrollar una interfaz cerebral. Un magnetoencefalograma (MEG) mide campos magnéticos. Para observar la actividad metabólica del cerebro, que se refleja en