

ISSN 1695-5374

Volumen 5

Suplemento 1

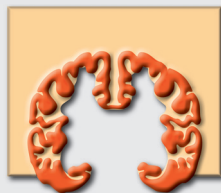
Octubre 2009

Publicación

Oficial de la

Sociedad Española

de Neurología



SUPLEMENTOS

Neurología

Nuevos campos de la Neurología

Coordinadores
A. Martínez-Salio y J. Porta-Etessam

Introducción. Neuroeconomía.
Nuevos campos de la Neurología
A. Martínez-Salio y J. Porta-Etessam
[1]

Neuromarketing
C. Oreja-Guevara
[4]

Neropolitica. La neurociencia visita la política
A. Villarejo y A. Camacho
[8]

Neuroética
I. García Morales
[12]

**Neurofilosofía. Del dualismo cartesiano
al naturalismo biológico**
R. García-Ramos García
[16]

Neuroteología
A. Martínez-Salio
[23]

Neuropsiquiatría
D. Ezepeleta
[28]

Neurosociología
L. Galán Dávila
[32]

Neuroantropología: una visión desde la Neurología
D. A. Pérez-Martínez
[36]

Neuroastronomía
A. Berbel García
[40]

Neurociencias y derecho
C. I. Gómez-Escalonilla Escobar y M. J. Giménez Torres
[44]

Neuroestética o el entendimiento de la belleza
T. Moreno Ramos
[48]

Neuromúsica
M. Arias Gómez
[51]

**El gusto: la nueva cocina desde una aproximación
neurocientífica**
J. Porta-Etessam
[56]

Neuromagia: el cerebro jugando a engañarse
J. Porta-Etessam
[60]

Publicación

Oficial de la

Sociedad Española

de Neurología

N Neurología

SUPLEMENTOS

Neurología Suplementos tiene un carácter multidisciplinar y está dirigida a especialistas de neurología y a todos aquellos profesionales vinculados con la especialidad

Tarifa de suscripción anual

	Profesional		Institucional		Estudiante
	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
Papel	110,28 €	131,18 €	200,02 €	246,20 €	78,23 €

TODA SUSCRIPCIÓN A NUESTRA REVISTA SE CONSIDERA RENOVADA AUTOMÁTICAMENTE, SALVO COMUNICACIÓN EN CONTRA POR SU PARTE. EL COBRO DE LA SUSCRIPCIÓN, SIGUIENDO LA NORMA INTERNACIONAL DE LA PRENSA, ES CON CARÁCTER ANTICIPADO.

 **Ars Medica**

Barcelona • Madrid • Buenos Aires • México D.F.

Bolivia • Brasil • Chile • Colombia • Costa Rica • Ecuador • El Salvador
Estados Unidos • Guatemala • Honduras • Nicaragua • Panamá • Paraguay
Perú • Portugal • Puerto Rico • República Dominicana • Uruguay • Venezuela

Publicidad y Suscripciones
Grupo Ars XXI de
Comunicación, S. L.

Muntaner, 262, ático 2.ª
08021 Barcelona
Teléfono (34) 932 721 750
Fax (34) 932 722 904

Complejo Empresarial Ática
Avda. de Europa, 26 - Edif. 5, 3.ª pl.
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
Teléfono (34) 911 845 448

Atención al cliente
Teléfono (34) 902 195 484

Correo electrónico
revistas@ArsXXI.com
suscripciones@ArsXXI.com

Consulte nuestra página web

www.ArsXXI.com

Publicación que cumple los requisitos de soporte válido

ISSN
1695-5374

Depósito Legal
B-4244-2003

Composición
MCF Textos, S.A.
María Teresa, 17, 1.º, Madrid

Impresión
Aleu, S.A.
Zamora, 45, Barcelona

Esta publicación se imprime en papel no ácido.
This publication is printed in acid free paper.

LOPD
Informamos a los lectores que, según la Ley 15/1999 de 13 de diciembre, sus datos personales forman parte de la base de datos de la Sociedad Española de Neurología (si es usted socio) o de Grupo Ars XXI de Comunicación, S.L. (si es suscriptor no socio).

Si desea realizar cualquier rectificación o cancelación de los mismos, deberá enviar una solicitud por escrito bien a la Sociedad Española de Neurología, Vía Layetana, 57, pral. 08003 Barcelona o al Grupo Ars XXI de Comunicación, S.L. Muntaner, 262, ático 2.ª 08021 Barcelona

© Copyright 2009
Sociedad Española de
Neurología

Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita del editor, la reproducción parcial o total de esta publicación por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo públicos, bajo las sanciones establecidas por la ley

Publicación

Oficial de la

Sociedad Española

de Neurología

N Neurología

SUPLEMENTOS

Volumen 5 • Suplemento 1 • Octubre 2009

A. Martínez Salio
J. Porta-Etessam
Coordinadores

Nuevos campos de la Neurología

Los artículos publicados en Neurología Suplementos no están sometidos a proceso de peer-review.
La información que contiene Neurología Suplementos recoge las opiniones de los autores y no refleja la
opinión de la Sociedad Española de Neurología, del Comité Editorial, ni del Editor Jefe de Neurología.

Publicación

Oficial de la

Sociedad Española

de Neurología

N Neurología

SUPLEMENTOS

Volumen 5 • Suplemento 1 • Octubre 2009

NUEVOS CAMPOS DE LA NEUROLOGÍA

Coordinadores

A. Martínez-Salio y J. Porta-Etessam

Introducción. Neuroeconomía. Nuevos campos de la Neurología A. Martínez-Salio y J. Porta-Etessam	1
Neuromarketing C. Oreja-Guevara	4
Neuropolítica. La neurociencia visita la política A. Villarejo y A. Camacho	8
Neuroética I. García Morales	12
Neurofilosofía. Del dualismo cartesiano al naturalismo biológico R. García-Ramos García	16
Neuroteología A. Martínez-Salio	23
Neuropsiquiatría D. Ezpeleta	28
Neurosociología L. Galán Dávila	32
Neuroantropología: una visión desde la Neurología D. A. Pérez-Martínez	36
Neuroastronomía A. Berbel García	40
Neurociencias y derecho C. I. Gómez-Escalonilla Escobar y M. J. Giménez Torres	44
Neuroestética o el entendimiento de la belleza T. Moreno Ramos	48
Neuromúsica M. Arias Gómez	51
El gusto: la nueva cocina desde una aproximación neurocientífica J. Porta-Etessam	56
Neuromagia: el cerebro jugando a engañarse J. Porta-Etessam	60

Contents

Publicación
Oficial de la
Sociedad Española
de Neurología

N Neurología

SUPLEMENTOS

Volume 5 • Supplement 1 • October 2009

NUEVOS CAMPOS DE LA NEUROLOGÍA

Coordinators

A. Martínez-Salio and J. Porta-Etessam

Introduction. Neuroeconomics. New fields of the Neurology	1
A. Martínez-Salio and J. Porta-Etessam	
Neuromarketing	4
C. Oreja-Guevara	
Neuropoliticis. Neuroscience visits politics	8
A. Villarejo y A. Camacho	
Neuroethics	12
I. García Morales	
Neurophilosophy. From cartesian dualism to biologic naturalism	16
R. García-Ramos García	
Neurotheology	23
A. Martínez-Salio	
Neuropsychiatry	28
D. Ezpeleta	
Social Neurosciences	32
L. Galán Dávila	
Neuroanthropology: a view from Neurology	36
D. A. Pérez-Martínez	
Neuro-Astronomy	40
A. Berbel García	
Neurosciences and law	44
C. I. Gómez-Escalonilla Escobar and M. J. Giménez Torres	
Neuroaesthetics or the understanding of beauty	48
T. Moreno Ramos	
Music and the brain	51
M. Arias Gómez	
Taste: new cuisina from a neuroscientific approach	56
J. Porta-Etessam	
Neuromagic: the brain playing to deceive itself	60
J. Porta-Etessam	

A. Martínez-Salio¹
J. Porta-Etessam²

Introducción. Neuroeconomía. Nuevos campos de la Neurología

Servicio de Neurología
¹Hospital Doce de Octubre
Madrid
²Hospital Clínico San Carlos
Madrid

INTRODUCCIÓN

La Neurología es una especialidad médica que estudia la estructura, función y desarrollo del sistema nervioso (central, periférico y autónomo) y muscular en estado normal y patológico¹. Pero al tener como objeto de estudio el sistema nervioso central, en el que residen las cualidades que nos hacen humanos (la conciencia, el lenguaje, el pensamiento, la ética, el arte, las creencias religiosas), provocan en el neurólogo una serie de inquietudes que le acercan a la filosofía o a la antropología. De ahí que sólo la mera descripción de los pacientes neurológicos origine libros apasionantes que demuestran que la práctica de la Neurología clínica nos hace pensar en la condición humana². Pero, sin duda, la rama de la investigación científica con mayor crecimiento desde finales del siglo pasado es la neurociencia, prueba de ello fue la década del cerebro (1990-2000), que no sólo ha multiplicado nuestro saber sobre la estructura y función del sistema nervioso, sino que al hacerlo ha modificado todas las disciplinas del conocimiento humano, incluso aquellas que, englobadas en las humanidades, han estado tradicionalmente alejadas de las ciencias experimentales³. Aunque el campo de las neurociencias es multidisciplinar y en él tienen cabida numerosos profesionales, el neurólogo clínico, al ser el único neurocientífico práctico que se enfrenta diariamente al cerebro enfermo, no puede ser ajeno a este cambio de paradigmas. De ahí la necesidad de este suplemento, para revisar estos nuevos campos de la Neurología, que con el prefijo «neuro» están cambiando nuestro mundo⁴.

NEUROECONOMÍA

La neuroeconomía es la disciplina con mayor desarrollo, éxito mediático y universitario. Se define como la aplicación de los conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro humano a la economía, particularmente en el estudio de cómo los seres humanos toman decisiones. Analiza el papel del cerebro cuando los individuos evalúan decisiones, cuando categorizan los riesgos y las recompensas y cómo interactúan entre ellos en economía⁵. La economía tradicionalmente consideraba al ser humano en sus modelos como un ser racional que tiene unas preferencias firmes, claras y estables sobre aquello que quiere obtener y es capaz de comparar todas las alternativas. Sin embargo, esto rara vez ocurre en la realidad, de ahí que se inventase el término de «racionalidad limitada» (término del premio Nobel Reinhard Selten), en la que los seres humanos toman decisiones que cambian con el tiempo, los gustos o las preferencias y que se ven influenciadas por múltiples variables, como es la búsqueda del placer. Las emociones y las señales emocionales corporales no sólo influyen en la toma de decisiones, sino que, siguiendo la hipótesis del marcador somático de Antonio Damasio⁶, son imprescindibles para la toma correcta de las mismas. La neuroeconomía busca conocer qué áreas del cerebro y bajo qué condiciones y parámetros se activan ante la toma de decisiones, lo que ha permitido que surjan en economía hipótesis como la «teoría de las perspectivas», según la cual los individuos toman decisiones en entornos de incertidumbre que no siguen los principios básicos de la probabilidad, sino en reglas heurísticas, muy sencillas y empíricas, por ejemplo, la aversión al riesgo (el individuo prefiere no perder una cantidad frente a la posibilidad de ganar otra) o la preferencia de beneficios inmediatos frente a mayores éxitos futuros (lo que le valió el premio Nobel a Daniel Kahneman)⁷ o la teoría de los juegos, en la que se toman decisiones de acuerdo con la decisión de otros buscando el mayor beneficio (contribución premiada con el premio Nobel al nombrado Reinhard Selten, junto a John Harsanyi y John Forbes Nash), cuyo ejemplo más estudiado es el «juego del ultimátum», en el que un jugador tiene 10 euros y debe ofrecer una cantidad variable a otro; si el otro acepta,

Correspondencia:
Antonio Martínez-Salio
Servicio de Neurología
Hospital Universitario Doce de Octubre
Av. de Córdoba, s/n
28041 Madrid
Correo electrónico: amsalio@yahoo.com

ambos ganan; si el otro rechaza la oferta, ambos pierden; lo racional es que el segundo acepte cualquier cantidad, lo real es que el segundo sólo acepta si la oferta es cercana al 50%; ante una oferta injusta se daba una mayor activación cerebral en regiones reguladoras de las emociones⁸.

La primera reunión conjunta de neurocientíficos y economistas tuvo lugar en 1997 en la Universidad de Carnegie Mellon, y desde entonces se han desarrollado numerosas reuniones con periodicidad prácticamente anual, junto a innumerables libros, artículos y cursos, llegando a ser una disciplina universitaria con institutos multidisciplinares. Un ejemplo es el centro de estudios neuroeconómicos de la universidad de Duke, centro que aúna expertos en neuroimagen, neurofisiólogos, neurólogos, primatólogos y científicos del comportamiento, que busca integrar la psicología cognitiva y la economía. Los tres campos principales de investigación en neuroeconomía son: el uso de técnicas de neuroimagen funcional para medir la activación de las distintas áreas del cerebro en procesos cognitivos relacionados con la economía, como la toma de decisiones o la evaluación de recompensas; la incorporación de variables económicas en experimentos neurofisiológicos y cómo es el procesamiento neuronal de la información motivacional relevante; y por último, aunque el más importante, cómo es la economía del comportamiento, en la que se superan los modelos estrictamente racionales de la economía clásica y permite construir modelos económicos de toma de decisiones que incorporan variables psicológicas. La neuroeconomía, cuyo volumen de conocimiento rebasa los objetivos de este suplemento, no será tratada de modo particular, existiendo abundante literatura e incluso libros de divulgación para el lector interesado^{9,10}.

NUEVOS CAMPOS DE LA NEUROLOGÍA

En este suplemento se tratan las principales nuevas disciplinas definiendo cada una, revisando las principales líneas de investigación y señalando algunas direcciones futuras. Se ha dividido en cuatro bloques. En el primer bloque se tratan dos disciplinas derivadas de la neuroeconomía: el neuromarketing, que intenta entender los efectos de la publicidad de las marcas y los productos en el cerebro¹¹, y la neuropolítica, relacionada con las dos anteriores, que implica la toma de decisiones para la administración de los asuntos públicos y el poder, y también la relación con los votantes, de ahí que este análisis ya haya estado presente en la última campaña presidencial americana.

El segundo bloque trata la neuroética, que no es sólo la ética de la neurociencia, sino la neurociencia como instrumento para la comprensión de las decisiones sociales, morales y filosóficas en sentido amplio¹². Unido a lo anterior está el neuroderecho, o cómo los nuevos conocimientos neurológicos pueden modificar la criminalística, que ya tiene un desarrollo comercial en empresas que comercializan nuevos

detectores de mentiras basados en las nuevas técnicas de neuroimagen¹³. La neurofilosofía consiste en utilizar la información empírica obtenida en las neurociencias para la comprensión del problema cerebro-mente¹⁴ y, de modo paralelo, la neuroteología, que es el estudio de las bases neurológicas y evolutivas de las experiencias subjetivas de espiritualidad, una conducta tan característicamente humana como lo es el lenguaje o el arte¹⁵.

El tercer bloque incluye una serie de nuevas (o la redefinición de antiguas) disciplinas en las que convergen los avances en las neurociencias con territorios afines, como son la neuropsiquiatría (que obligará a neurólogos y psiquiatras a compartir un lenguaje común al tratar patologías del mismo órgano)¹⁶; la neurosociología, que estudia las bases neurológicas del comportamiento social y cómo éste modifica el cerebro¹⁷, la neuroantropología, que intenta comprender la evolución del sistema nervioso en los primates hasta el cerebro de nuestra especie¹⁸, o la neuroastroonomía, que plantea los retos a los que deberá adaptarse un sistema nervioso creado para nuestro planeta en los vuelos y las estancias espaciales¹⁹.

El último bloque representa la aproximación neurológica que trata de entender y explicar el arte, cómo es concebido, ejecutado y apreciado²⁰. El arte es un producto de nuestro cerebro, presente en todas las épocas y todas las culturas, pero en el que los estudios desde la Neurología son escasos y, como en todos los casos anteriores, recientes. Sin embargo, el estudio de dónde surge la experiencia estética que produce una obra, así como la base neurológica de la experiencia emocional que supone, nos abre la posibilidad de indagar en cuestiones primordiales tratadas en la historia del arte, como la razón o utilidad evolutiva de esta conducta humana²¹. De manera similar surge la neuromúsica, el estudio del fenómeno musical en el cerebro y los trastornos de su procesamiento²²; la neurogastronomía, el estudio de las bases neurológicas de la experiencia del sabor²³, o la neuromagia, que busca descifrar los mecanismos mediante los cuales los magos engañan con sus trucos el cerebro, lo que ayuda a comprender cómo percibe y cómo actúa el ser humano²⁴.

No se agotan en esta enumeración todos los temas posibles: ejemplos como la neuropedagogía, de cuya planificación los estudios del cerebro han estado tradicionalmente ausentes, o la neuroarquitectura, cómo los edificios que habitamos y en los que trabajamos modifican nuestro funcionamiento cerebral, también son objeto del estudio de las neurociencias. La Neurología es más que una especialidad médica, es un método y un campo de conocimiento que obliga y permite a aquellos que la ejercen y a los que se van a formar en los próximos años, a conocer las nuevas ramas que se están desarrollando por la interacción de los avances de la neurociencia y las disciplinas del conocimiento humano, y poder participar, merced a su formación, en este apasionante e inimaginable discurrir de la ciencia. Los dos coordi-

nadores quieren agradecer a todos los autores el enorme esfuerzo de estudio y síntesis para la redacción de sus artículos. Este suplemento busca sugerir, informar, provocar e invitar a nuevas vocaciones entre los neurólogos. Sólo los lectores y el tiempo nos dirán si hemos tenido éxito.

BIBLIOGRAFÍA

1. www.mpss.es/profesionales/formación/docs/programaNeurologia (visitado día 19 de julio de 2009).
2. Sacks O. *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*. Madrid: Editorial Anagrama, 2005.
3. Mora F. *Neurocultura*. Madrid: Alianza Editorial, 2007.
4. Abi-Rached JM. The implications of the new brain sciences. The «Decade of the Brain» is over but its effects are now becoming visible as neuropolitics and neuroethics, and in the emergence of neuroeconomies. *EMBO Rep* 2008;9:1158-62.
5. Camerer C, Loewenstein G, Prelec D. Neuroeconomics: How Neuroscience Can inform Economics. *J Economic Literature* 2005; 43:9-64.
6. Damasio A. *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica Editorial, 2006.
7. Tversky A, Kahneman D. Rational Choice and the framing of decisions. *J Business* 1986;59:S251-78.
8. Sanfey AG. Social decision-making: insights from game theory and neuroscience. *Science* 2007;318:598-602.
9. Glimcher P. *Decisions, Uncertainty, and the Brain: The Science of Neuroeconomics*. Boston: Bradford Books, 2004.
10. Peyrolon P. *Neuroeconomía: breve introducción a una novísima ciencia*. Barcelona: Editorial Granica, 2004.
11. McClure SM, Li J, Tomlin D, Cypert KS, Montague LM, Montague PR. Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks. *Neuron* 2004;44:379-87.
12. Gazzaniga MS. *The ethical brain*. Nueva York: Dana Press, 2005.
13. Simpson JR. Functional MRI lie detection: too good to be true? *J Am Acad Psychiatry Law* 2008;36:491-8.
14. Churchland P. *Neurophilosophy: toward a unified science of the mind-brain*. Cambridge: The MIT Press, 1986.
15. Azari NP, Nickel J, Wunderlich G, Niedeggen M, Hefter H, et al. Neural correlates of religious experience. *Eur J Neurosci* 2001; 13:1649-52.
16. Cowan WM, Harter DH, Kandel ER. The emergence of modern neuroscience: some implications for neurology and psychiatry. *Annu Rev Neurosci* 2000;23:343-91.
17. Decety J, Keenan JP. *Social Neuroscience: a new journal*. *Soc Neurosci* 2006;1:1-4
18. Martín-Loeches M. *La mente del Homo sapiens*. Madrid: Editorial Aguilar, 2008.
19. De Felipe J, Arellano JI, Merchán-Pérez A, González-Albo MC, Walton K, Llinás R. Spaceflight induces changes in the synaptic circuitry of the postnatal developing neocortex. *Cereb Cortex* 2002;12:883-91.
20. Zeki S. *Visión interior. Una investigación sobre el arte y el cerebro*. Madrid: Antonio Machado Libros, 2005.
21. Ramachandran VS, Hirstein W. The science of art. A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of consciousness studies* 1999;6:15-51.
22. Arias-Gómez M. *Neurología y Música*. *Neurología* 2007;22:39-45.
23. Sánchez Romera M. *Neurogastronomía*. Madrid: Grupo Saned, 2007.
24. Martínez-Conde S, Macknik SL. Magic and the brain. *Sci Am* 2008;299:72-9.

Neuromarketing es la ciencia que aplica la neuroimagen en la investigación de mercado. Las tres técnicas de imagen que se usan habitualmente para ello son la resonancia magnética funcional (RMf), el electroencefalograma y la magnetoencefalografía. Esta nueva área ha provocado algunas controversias en algunos neurocientíficos. Sin embargo, la aplicación de la neuroimagen a la investigación de mercado permitirá entender más fácilmente el impacto de las técnicas de marketing y descubrir los efectos negativos de algunos anuncios. Muchos de los estudios de neuromarketing explican el poder de la marca, del precio, de la interacción social y de las recompensas a la hora de decidirse por un producto u otro.

Palabras clave:
Neuromarketing. Neuroeconomía. Marca. Resonancia magnética funcional.

Neurol Supl 2009;5(1):4-7

Neuromarketing

Neuromarketing is the application of neuroimaging in market research. The three brain-imaging techniques currently used in Neuromarketing are: functional magnetic resonance imaging (fMRI), magnetoencephalography (MEG) and electroencephalography (EEG). This new field has caused controversy within neuroscience circles. However, applying neuroimaging to marketing research make it much easier to understand the impact of marketing techniques more clearly and to discover certain aspects of negative effects of advertisements. Some of the experiments explain the power of brand, price, social interaction and rewards to buy different products.

Key words:
Neuromarketing. Neuroeconomics. Brand. Functional Magnetic Resonance Imaging.

Correspondencia:
Celia Oreja-Guevara
Servicio de Neurología
Hospital Universitario La Paz
Paseo de la Castellana, 261
28046 Madrid
Correo electrónico: orejacbn@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han surgido un gran número de nuevas técnicas de imagen y se ha iniciado la aplicación de éstas para estudiar directamente la actividad cortical del cerebro, ya sea para estudiar la cognición, la psicología, la patología y la fisiología de algunos procesos mentales o enfermedades. Estas técnicas también se han empezado a usar en otras áreas menos biológicas y más sociales, como la filosofía, la ética, la política y la sociología. Entre estas áreas destacan por su importancia la neuroeconomía y el neuromarketing.

La neuroeconomía se ocupa de investigar y comprender las bases neuronales del juicio y la toma de decisiones que determinan el comportamiento social y el de la economía de mercado¹⁻³. Las ciencias cognitivas han ayudado a la economía a cambiar la idea de la racionalidad de los humanos cuando deliberan teniendo en cuenta beneficios y costes. En estos estudios se ha visto que en los procesos de decisiones económicas hay procesos automáticos que no están controlados por la voluntad del individuo, mecanismos afectivos que juegan un papel importante e influencia de las interacciones sociales⁴.

El neuromarketing es un producto de la convergencia de las neurociencias y el marketing y se le considera un campo de investigación multidisciplinar de neurología, economía/marketing y psicología. Se aplican las técnicas pertenecientes a las neurociencias, como la resonancia magnética funcional (RMf), la magnetoencefalografía o el electroencefalograma multimodal, a la investigación de mercados y marketing.

Ale Smidts, de la Universidad Erasmus, fue el primero que acuñó este término en 2002, y Gerry Zaltman fue el primero que usó la RMf en Harvard en 1999⁵. Sin embargo, anteriormente ya se habían hecho experimentos y estudios similares a los que se hacen actualmente en neuromarketing a pesar de que esta área no existiera como tal. En los años sesenta se usaban pupilómetros, aparatos que miden espontá-

neamente la dilatación de la pupila, para ver cuáles eran los intereses de las personas mientras miraban anuncios en papel o envoltorios⁶ y además se utilizó la técnica de la respuesta galvánica de la piel. En 1970, Krugman⁷ y Hansen⁸ usaron la electroencefalografía para explorar los procesos del cerebro derecho e izquierdo.

NEUROMARKETING: OBJETIVOS

La finalidad del neuromarketing es incorporar los conocimientos sobre los procesos cerebrales para mejorar la eficacia de cada una de las acciones que determinan la relación de una organización con sus clientes. Por tanto, estudia los efectos que la publicidad tiene en el cerebro humano con la intención de poder llegar a la conducta del consumidor. Se investiga la respuesta cerebral a los estímulos publicitarios, de marca y de otro tipo de mensajes culturales. Trata de buscar el botón de compra que, parece ser, todos tenemos en el cerebro. Los especialistas en marketing miden los resultados de las acciones desarrolladas, en términos de ventas, de percepción, de marcas, de preferencia, con el inicio y el final del proceso de consumo, pero no la parte fundamental de entremedias. Es decir, lo que sucede en la mente del consumidor. Las encuestas ya no sirven como antes, porque se apoyan en la opinión consciente del consumidor frente a un producto. Por este motivo, no son suficientes las opiniones de los clientes, es necesario indagar en el cerebro. Las neurociencias detectaron la dificultad o imposibilidad por parte de los consumidores de expresar las razones emocionales que generan sus hábitos de consumo, y sus reacciones a los distintos estímulos de marketing. Además las decisiones de los consumidores se basan en sensaciones subjetivas, y estas sensaciones están vinculadas con estímulos sensoriales que se activan al momento del consumo. El neuromarketing indaga qué zonas del cerebro están involucradas en cada comportamiento del cliente, ya sea cuando elegimos una marca, cuando compramos un producto o, simplemente, cuando recibimos e interpretamos los mensajes que nos hacen llegar las empresas.

Los objetivos principales del neuromarketing son:

- Conocer cómo el sistema nervioso traduce la enorme cantidad de estímulos a los que está expuesto un individuo al lenguaje del cerebro.
- Predecir la conducta del consumidor tras el estudio de la mente, lo que permite seleccionar el formato de medios prototipo y el desarrollo de la comunicación que la gente recuerde mejor.
- Desarrollar todos los aspectos del marketing: comunicaciones, producto, precios, *branding*, posicionamiento, *targeting*, planeamiento estratégico, canales con los mensajes más acorde a lo que el consumidor va a consumir. Ya no importa tanto qué haya para ofrecer, sino el impacto emotivo que genera la forma

en que se comunica la promoción, especialmente en el entorno minorista.

- Comprender y satisfacer, cada vez mejor, las necesidades y expectativas de los clientes.

Como consecuencia de la creación de esta nueva área y de los múltiples estudios y experimentos que se han hecho en las universidades para validar estos métodos, han surgido un gran número de agencias⁹ ofreciendo neuroimagen para solucionar los problemas comerciales de marketing. En EE.UU., Brighthouse ha desarrollado este mercado mientras que en Gran Bretaña ha sido Neurosense y Neuroco. En Austria la empresa Neuroconsult ha trabajado conjuntamente con el departamento de psicología biológica de la Universidad de Viena en algunos estudios. Estas empresas de neuromarketing ofrecen todas las posibilidades de neuroimagen y técnicas de estimulación para adaptarse al producto y mercado que se quiere investigar. Ellos diseñan el experimento de imagen a realizar para contestar a las preguntas del cliente que quiere estudiar un mercado determinado. Grandes empresas como Coca-Cola Company utilizan estos servicios.

También han aparecido webs y blogs donde se comentan libros e informaciones sobre neuromarketing (*neurosciencemarketing*).

ÉTICA EN NEUROMARKETING: PROS Y CONTRAS

Hay ciertos malentendidos al considerar el significado del neuromarketing¹⁰ y existen muchas discusiones sobre ello; entender mejor el cerebro no quiere decir manipularlo.

Los detractores de esta ciencia critican que se podrían llegar a controlar las decisiones de consumo del cliente y que estas técnicas pueden considerarse invasivas para la intimidad de las personas, al poder llegar a orientar las emociones personales hacia productos de mercado; algunos dicen que se trataría de percepción subliminal. Pero como el comportamiento del consumidor está influido por múltiples factores, sería muy difícil poder manipularlo todo. Además, habría que estudiar grandes cohortes de sujetos y, si el sujeto no colabora, las mediciones cerebrales no son posibles⁴.

La ventaja desde el lado empresarial es que con el neuromarketing disminuye el riesgo empresarial porque se hacen productos que están más ligados con lo que quieren realmente las personas y se pueden descubrir los aspectos de ciertos anuncios que tienen efectos negativos, como un consumo excesivo⁹. Otra ventaja es que se puede encontrar la clave a problemas en relaciones comerciales y entender el impacto de las técnicas de marketing⁹.

Para evitar problemas éticos, Murphy¹¹ ha escrito una versión preliminar de un código de ética para aquellos que trabajen en el neuromarketing.

NEUROMARKETING: ESTUDIOS

Cuando se realiza marketing, los distintos sentidos tienen distinta importancia; así, la vista tiene una importancia del 50% mientras que el tacto es sólo del 25%. Si los clientes recuerdan un producto con varios sentidos, la fidelidad a la marca y al producto es del 60%. Si los clientes sólo se acuerdan con un sentido, la fidelidad es de menos del 30%. Por ello, es importante decidir a qué y cuántos sentidos se quiere estimular cuando se decide hacer un anuncio.

El poder de la marca

En 2002, Ambler¹² usó la magnetoencefalografía para encontrar qué región se estimulaba cuando una determinada marca era familiar al cliente. En el experimento dieron a elegir tres marcas conocidas de productos mientras estaban dentro del magnetoencefalógrafo y, cuando la marca le era familiar al sujeto probando, se estimulaba la corteza parietal derecha.

La empresa de McKinsey, en Alemania, hizo un experimento con 3 coches que, a pesar de ser de marcas diferentes (Volkswagen, Seat, Ford), eran coches idénticos, con las mismas prestaciones y precios; de ellas tres, la mayoría de los sujetos se decidieron por el coche de Volkswagen. El mismo poder de la elección de un producto por la marca ocurrió en otro experimento con agencias de viajes, donde se dieron a elegir dos viajes similares, pero sin decir la agencia: los resultados fueron del 50%; en la segunda parte del experimento se dijeron los nombres de las agencias de viajes y para la agencia conocida las preferencias pasaron del 52% al 85%. Pero el experimento por antonomasia que ha demostrado siempre el poder de la marca es el experimento de Pepsi. En los años setenta se hizo el primer experimento de Pepsi, en el que se solicitó a los consumidores participantes a probar dos refrescos de cola y mencionar cuál preferían: más de la mitad de los participantes, sin conocer la marca (método ciego), eligieron (55%) Pepsi, pero se dieron cuenta de que a pesar de ello Pepsi no lideraba el mercado. En 1992 se realizó un experimento¹³ de Pepsi contra Coca-Cola: si se decía o mostraba la botella de Coca-Cola, la mayoría prefería Coca-Cola.

Esto llamó la atención de Read Montague¹⁴, especialista en neurociencias, quien repitió la experiencia en 2004 con 67 personas utilizando resonancia magnética craneal, y encontró que ambos refrescos «activaban» el sistema de recompensas del cerebro. Lo notable de esto es que, al mencionarle a la persona cuál era la bebida que estaba tomando, se detectó actividad en otras áreas del cerebro. En este estudio el 75% de los participantes dijo que preferían Coca-Cola. Cuando el experimento era ciego, ambas bebidas activaban la corteza prefrontal ventromedial, que es responsable de las preferencias de los sujetos y al mismo tiempo el centro de las recompensas. Cuando el sujeto sabía que estaba bebiendo Coca-Cola se activaba significativamente el hipocampo y la corteza prefrontal dorsolateral. Ambas áreas están relacio-

nadas con la modificación de la conducta por las emociones y la afectividad. Montague concluyó que el cerebro recapitulaba imágenes e ideas generadas por la marca, y que ésta superaba la calidad o el gusto presente del producto.

El poder de la influencia social

La empresa Daimler-Chrysler en colaboración con la Universidad de Ulm (Alemania) realizó un estudio¹⁵ con RMf para analizar las preferencias del tipo de coche de los hombres alemanes. Se les mostraron 22 fotos de 3 tipos de coches (coches deportivos, monovolúmenes y utilitarios pequeños) a 12 hombres, los cuales tenían que evaluar y puntuar los coches según el que más le gustara. Los coches deportivos consiguieron la máxima puntuación y se observó que los modelos de coches deportivos activaban más el centro cerebral de las recompensas y el área de reconocimiento de rostros y de la autoestima. Los coches deportivos no son baratos, ni ecológicos y sólo podían llevar a 2 personas, pero simbolizan poder, velocidad, independencia y alto nivel social, y por ello fueron mejor puntuados.

Las comparaciones sociales afectan al bienestar del individuo y juegan un papel importante en el comportamiento humano. Se ha visto que no sólo las recompensas, sino también la influencia de las comparaciones sociales influye en el bienestar y las decisiones de los individuos. Por ello se utiliza frecuentemente en los anuncios la comparación con lo que tiene o hace el vecino, amigo o jefe. Fliessbach¹⁶ estudió el poder de la comparación social en los anuncios y a la hora de tomar una decisión. Para ello analizó con 2 RMf cercanas y paralelas una tarea donde un sujeto debía adivinar el número de puntos que iba a aparecer en la pantalla y si acertaba se le pagaba dinero, siendo la cantidad de dinero aleatoria. Después de acertar se le mostraba una pantalla donde se le informaba si había acertado, cuánto dinero había ganado y cuánto había ganado el otro sujeto de la resonancia vecina. Se observó que había una variación en la activación de la corteza prefrontal ventral al comparar el pago que había recibido con respecto a su compañero: si cobraba más se activaba más el área del estriado ventral y si cobraba menos, se activaba menos. Por lo que en este estudio se demuestra que para los individuos no sólo era importante obtener una recompensa, sino además que fuera mayor que la de su compañero, y con ello se demostró que la información simplemente contextual sobre otra persona tiene un impacto directo sobre los procesos cerebrales relacionados con la motivación.

OTROS ESTUDIOS

En otros estudios^{17,18} se ha visto que además de la corteza prefrontal ventromedial también se activa la corteza cingular anterior, y es independiente si las recompensas son ficticias o reales.

Se han hecho estudios para investigar la influencia del precio en el cliente¹⁹. En un estudio²⁰ con RMf se dieron a probar vinos similares, pero con precios distintos, resultando que el aumento del precio en el vino aumentaba la actividad en la corteza orbitofrontal medial y los sujetos referían un mejor sabor. Por tanto, se demostró que el aumento de precio estaba relacionado con sensación de que fuera el producto mejor.

Otros estudios han investigado el altruismo, sugiriendo que la cooperación está relacionada con la activación de las áreas de recompensa²¹.

Lo importante de todos estos estudios es interpretar los resultados de cada uno de estos experimentos y no sólo realizarlos. Algunos de ellos evalúan el comportamiento de comprar o no comprar, otras reacciones diferentes, pero la mayoría se centra en encontrar los *known centers (functional centers)* como el centro de la recompensa, el centro de reconocimiento de rostros, el centro de la referencia a sí mismo, el centro de la anticipación. Así, por ejemplo, Knutson²² señala que la ínsula es un área del precio-dolor; lo muestra con un experimento donde la gente recibe 20 dólares para gastar y se le muestran imágenes de objetos que pueden comprar; la ínsula se activaba cuando veían algo que les gustaba muchísimo, pero no podían comprar porque era muy caro. Parece ser que la ínsula está también relacionada con la habilidad de ejercitar control sobre comportamientos adictivos. Sin embargo, las interpretaciones correctas de todos estos trabajos y estudios están todavía en sus fases iniciales.

CONCLUSIÓN

La mejor aplicación del Neuromarketing es la predicción de la conducta del consumidor, que es el mayor desafío al que se enfrenta el marketing, esa brecha entre la mente y la conducta, lo que permitirá seleccionar el formato de medios que funcione mejor, el desarrollo de avisos que la gente recuerde mejor y fundamentalmente cómo la conducta de los consumidores difiere de lo que nos dicen los métodos utilizados hoy en día.

BIBLIOGRAFÍA

1. Braeutigam S. Neuroeconomics—from neural systems to economic behaviour. *Brain Res Bull* 2005;67:355-60.
2. Kenning P, Plassmann H. NeuroEconomics: an overview from an economic perspective. *Brain Res Bull* 2005;67:343-54.
3. Scherbaum S, Dshemuchadse M, Kalis A. Making decisions with a continuous mind. *Cogn Affect Behav Neurosci* 2008;8:454-74.
4. Walter H, Abler B, Ciaramidaro A, Erk S. Motivating forces of human actions. *Neuroimaging reward and social interaction. Brain Res Bull* 2005;67:368-81.
5. Lewis D, Bridger D. Advances in Clinical Neuroscience and Neurorehabilitation. *ACNR* 2005;5:36-7.
6. Krugman HE. Some Applications of Pupil Measurement. *J Marketing Res* 1964;1:15-9.
7. Krugman H. Memory Without Recall, Exposure Without Perception. *J Advertising Res* 1977 August:7-12.
8. Hansen F. Hemispherical Lateralization: Implications for Understanding Consumer Behavior. *J Consum Res* 1981;8:23-36.
9. Lee N, Broderick AJ, Chamberlain L. What is «neuromarketing»? A discussion and agenda for future research. *Int J Psychophysiol* 2007;63:199-204.
10. Neuromarketing: Beyond branding. *Lancet Neurol* 2004;3:71.
11. Murphy ER, Illes J, Reiner PB. Neuroethics of neuromarketing. *J Consum Res* 2008;7:293-302.
12. Ambler T, Stins J. Saliency and Choice: Neural correlates of shopping decisions. London Business School, Centre for Marketing Working Papers No. 01-902, 2002.
13. Chernatony L, McDonald. *Creating Powerful Brands: The Strategic Route to Success in Consumer, Industrial and Service Markets*. Amsterdam: Elsevier Science, 1992.
14. McClure SM, Li J, Tomlin D, Cypert KS, Montague LM, Montague PR. Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks. *Neuron* 2004;44:379-87.
15. Erk S, Spitzer M, Wunderlich AP, Galley L, Walter H. Cultural objects modulate reward circuitry. *Neuroreport* 2002;13:2499-503.
16. Fließbach K, Weber B, Trautner P, Dohmen T, Sunde U, Elger CE, et al. Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science* 2007;318:1305-8.
17. Hayden BY, Pearson JM, Platt ML. Fictive reward signals in the anterior cingulate cortex. *Science* 2009;324:948-50.
18. Hayden BY, Platt ML. Gambling for Gatorade: risk-sensitive decision making for fluid rewards in humans. *Anim Cogn* 2009; 12:201-7.
19. Bizer G, Schindler R. Direct evidence of ending-digit drop-off in price information processing. *Psychol Mark* 2005;22:771-802.
20. Plassmann H, O'Doherty J, Shiv B, Rangel A. Marketing actions can modulate neural representations of experienced pleasantness. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008;105:1050-4.
21. Rilling J, Gutman D, Zeh T, Pagnoni G, Berns G, Kilts C. A neural basis for social cooperation. *Neuron* 2002;35:395-405.
22. Knutson B, Rick S, Wimmer GE, Prelec D, Loewenstein G. Neural predictors of purchases. *Neuron* 2007;53:147-156.

A. Villarejo
A. Camacho

Neuropolítica. La neurociencia visita la política

Servicio de Neurología
Hospital Universitario Doce de Octubre
Madrid

En los últimos años se ha realizado un creciente número de estudios que tratan de explicar las bases neurobiológicas del comportamiento político, lo que algunos autores han dado en llamar neuropolítica. En este artículo se repasan de manera breve varios aspectos de la relación entre cerebro y política: la política como creación colectiva, sus requisitos neurobiológicos, las bases cerebrales del deseo de poder, la personalidad del líder, la actitud del ciudadano ante la ideología o ante los políticos y las posibles diferencias fisiológicas entre progresistas y conservadores. Como suele suceder en las disciplinas de reciente aparición, el conocimiento actual es escaso, y muchas de las conclusiones son preliminares, pero las nuevas técnicas de neurofisiología y neuroimagen funcional auguran un futuro prometedor.

Palabras clave:
Política. Neurología. Neurociencia. Neuropolítica.

Neurol Supl 2009;5(1):8-11

Neuropoliticis. Neuroscience visits politics

In recent years, a growing number of studies have been found that try to explain the neurobiological basis of political behavior, this being called neuropolitics by some authors. This article briefly reviews several aspects of the relationship between brain and politics: politics as a collective creation, its neurobiological needs, the brain bases of the desire for power, personality of the leader, the attitude of the citizen to ideology or politicians and the possible physiological differences between progressive and conservative politicians. As usually occurs in emerging disciplines, current knowledge is limited, and

many of the conclusions are preliminary. However, the new neurophysiology and functional neuroimaging techniques predict a promising future.

Key words:
Politics. Neurology. Neuroscience. Neuropolitics.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha surgido un movimiento dentro de las ciencias sociales, desde la economía hasta la sociología pasando por la política, que tiende a plantearse cada disciplina teniendo en cuenta el órgano que crea toda la actividad y conocimiento humano: el cerebro. Esta relación se enmarca dentro de la saludable «tercera cultura», término acuñado hace más de 50 años por el novelista C. P. Snow¹, que busca el acercamiento y cooperación de todas las ramas del conocimiento, con el fin de acabar con la clásica distinción entre ciencias y humanidades²⁻⁴. Nada más natural que la neurociencia sea la disciplina que ha expoleado esta interacción, ya que al cerebro nada humano le es ajeno. Escribir una novela, resolver una ecuación, ver un cuadro o proponer una estrategia de marketing no serían posibles sin nuestro cerebro. Por este motivo, conocer su complejo funcionamiento es uno de los mayores retos científicos de nuestro tiempo, y serán bienvenidas aportaciones desde todos los campos del saber. También desde la política, una de las actividades sociales más complejas y objeto de esta breve revisión. Por acotar el campo de estudio, nos centraremos en lo que se sabe hasta ahora acerca de cómo el cerebro modula el comportamiento político de las personas. Las relaciones entre cerebro y política son mucho más extensas. Algunos analistas dicen con ironía que en los sistemas democráticos occidentales la política se ha convertido en una rama del marketing, o en un títere de la economía, asuntos tratados en otros capítulos de este suplemento. Tampoco tocaremos otros aspectos de la relación entre política y neurociencias, sin duda interesantes, como por ejemplo:

Correspondencia:
Alberto Villarejo
Servicio de Neurología
Hospital Universitario Doce de Octubre
Av. de Córdoba, s/n
28041 Madrid
Correo electrónico: avgalende@yahoo.es

- Las enfermedades neurológicas que pueden padecer los políticos, capítulo cada vez más amplio en la biografía de muchos gobernantes⁵.
- La influencia de los políticos en los recursos que se dedican a la investigación en neurociencias⁶.
- La organización de la atención neurológica y la consideración social de los enfermos neurológicos⁷.

PUNTO DE PARTIDA: LA ANTROPOLOGÍA POLÍTICA

Si la política es la forma de regular el poder en la sociedad, es conveniente comenzar con una definición de poder como la propuesta por Ronald Cohen: «El poder es la capacidad para influir en el comportamiento ajeno y/o en el control de las acciones importantes»⁸. Siguiendo esta línea, otros autores han propuesto una definición «cognitiva» de la política, como la «parte de la cognición social en la que los individuos utilizan conocimiento adquirido para influir en las decisiones que afectan a grupos»⁹. Desde las definiciones vemos una condición fundamental de la política, y es que no se trata de una creación del individuo, sino del colectivo. A esta conclusión han llegado todos los estudios de antropología política realizados hasta el momento¹⁰: el principal factor que determina la forma de organización política de una comunidad es el número de personas que la componen. Menos de 100 personas podrán organizarse como una banda o una tribu, pero cuando son miles o millones tenderán a crear un estado. Como dijo Aristóteles, el hombre es un animal social, y muchas de sus cualidades, como el lenguaje, la política o todas las manifestaciones culturales, surgen de la relación con sus semejantes. Esto nos lleva a plantearnos los requisitos neurobiológicos que puede tener la política.

REQUISITOS NEUROBIOLÓGICOS DE LA POLÍTICA

El filósofo John Searle¹¹ ha tratado de vincular los problemas filosóficos clásicos con una serie de atributos del cerebro humano, que serían su capacidad para generar: *a)* conciencia, *b)* intencionalidad, *c)* lenguaje, *d)* raciocinio, *e)* libre albedrío, *f)* capacidad para la cooperación social y creación de instituciones, *g)* política y *h)* ética. Muchos de estos conceptos tienen una relación jerárquica entre sí. En el caso que nos ocupa, para que aparezca la política previamente tiene que existir un cerebro que posea conciencia, intencionalidad, lenguaje, raciocinio, libre albedrío y cooperación social. Esta división nos plantea uno de los problemas principales del estudio de la política desde una perspectiva neurobiológica, y es que el conocimiento científico de muchos de sus prerrequisitos es escaso. Por ejemplo, las bases neurales de la conciencia no se conocen con claridad, y su estudio continúa siendo el mayor reto de la neurociencia. Esta es una limitación común a todos los campos de la ciencia. Por suerte, la falta de conocimiento de los fenómenos fundamentales no implica que no se puedan estudiar los fenómenos dependientes. En este caso, la política.

BASES CEREBRALES DEL DESEO DE PODER Y LA PERSONALIDAD DEL LÍDER

En la cultura popular está arraigada la convicción de que las personas que ocupan puestos de poder tienen unas características especiales que las distinguen del resto. Expresiones como «tiene madera de líder» o «es muy mandón» son comunes. Si pretendemos pasar de esta psicología popular a datos basados en experimentos científicos, nos encontramos con un nuevo problema: dichos experimentos no se han podido realizar porque los gobernantes de todas las épocas no se han ofrecido como cobayas. Por tanto, la mayoría de la información disponible proviene de estudios en animales.

En numerosas especies de mamíferos existe la figura del animal dominante. De manera muy resumida, los rasgos de conducta más frecuentes en los animales dominantes son la agresividad y la capacidad de formar alianzas con otros miembros de la especie, en las que se observa una relación jerárquica¹². Casi siempre, el animal dominante es un macho y en los mamíferos existe una correlación entre niveles de testosterona y dominancia¹³. Esta influencia androgénica también parece encontrarse en estudios realizados en humanos, al menos en ámbitos competitivos, ya sean deportivos¹⁴, económicos¹⁵ o en situaciones artificiales creadas en el laboratorio¹⁶. Por tanto, la relación entre niveles altos de testosterona y poder parece consistente, aunque no todos los autores están de acuerdo¹⁷.

En cuanto a la personalidad de las personas con capacidad de liderazgo, un metaanálisis de numerosos estudios mostró que presenta una correlación positiva con rasgos como extraversión, afición a nuevas experiencias y personalidades agradables y concienzudas, mientras que tiene una correlación negativa con el neuroticismo¹⁸. Aún se sabe poco acerca de las bases neurobiológicas de la personalidad, en cuyo desarrollo influyen múltiples aspectos genéticos y ambientales. En cuanto a la influencia de la genética en el liderazgo, se disponen de los datos de dos estudios realizados con gemelos mono y dicigóticos en Estados Unidos^{19,20}, en los cuales los investigadores estiman que los factores genéticos explicarían entre un 39 y un 59% la participación de los sujetos en actividades de liderazgo.

También se ha vinculado la capacidad de liderazgo con determinadas capacidades cognitivas, sobre todo con la inteligencia global y un buen rendimiento en tareas verbales²¹.

BASES CEREBRALES DE LA IDEOLOGÍA Y EL COMPORTAMIENTO POLÍTICO

Los estudios realizados hasta la fecha sobre las bases biológicas del comportamiento político se han planteado 4 preguntas: *a)* la influencia de la genética; *b)* las diferentes actitudes de los ciudadanos frente a la política; *c)* el

análisis de las reacciones ante los políticos, y *d*) las posibles diferencias fisiológicas entre las dos facciones políticas más comunes en las sociedades democráticas: progresistas y conservadores. La mayoría de estos estudios han recibido gran apoyo al ser publicados en revistas de alto impacto, como *Science* o *Nature*, y sus resúmenes de prensa son habituales en los medios de comunicación convencionales, a menudo con titulares engañosos o precipitados²². A pesar del interés de los estudios que repasaremos a continuación, conviene tomar sus conclusiones con cautela por diversos motivos, como las diferencias entre los sistemas y terminología política entre los distintos países (no es lo mismo «liberal» en Estados Unidos que en España) y algún problema metodológico (en general, tamaños muestrales pequeños y espera de confirmación de los resultados por otros grupos).

En estudios realizados en gemelos^{23,24}, se plantea que entre el 30 y el 50% de las opiniones sociales y políticas podrían tener una explicación genética, un porcentaje que sería mayor que el debido a la socialización paterna. La mayor influencia se da en la decisión de participar en política o afiliarse a un partido, independientemente de cuál. El papel de la genética en la opción de ser conservador o progresista es mucho menor²⁵. En cuanto a los posibles genes implicados, el conocimiento es escaso, aunque se ha propuesto una asociación débil entre la frecuencia de participación en elecciones como votante y dos genes relacionados con la dopamina: la enzima MAO A y el receptor DRD2²⁶. En cuanto a la relación entre ideología y cerebro, un estudio con resonancia magnética funcional plantea diferencias en las áreas cerebrales activadas en función de la fidelidad a una ideología²⁶. Ante una pregunta de contenido ideológico (p. ej., opinión sobre el aborto), en las personas sin afiliación ni interés político se activan áreas cerebrales implicadas en tareas cognitivas (corteza prefrontal dorsolateral). En cambio, en las personas que tienen afiliación política, ya sean conservadoras o progresistas, lo hacen áreas implicadas en la evaluación social y moral (corteza prefrontal y parietal medial). Es posible que este diferente patrón de activación se deba a que las personas con un firme compromiso político tienen un repertorio de respuestas aprendidas para las cuestiones ideológicas más comunes, que hagan que el cerebro no se las plantee como un nuevo problema al que dar respuesta. Un campo de la política muy relacionado con el marketing es la reacción de los votantes ante los rostros de los candidatos. Los votantes tienden a inclinarse por rostros con aspecto de «persona competente», y en un estudio se comprobó que aquellos políticos cuya cara era mejor valorada en este aspecto tenían mayores posibilidades de vencer en las elecciones²⁷. Otros trabajos han mostrado que la actividad cerebral en resonancia magnética funcional al ver el rostro de un candidato está modulada por la filiación política²⁸. Tanto en los votantes demócratas como en los republicanos, al ver al candidato del partido rival se activan áreas relacionadas con emociones negativas en la percepción de caras, como la ínsula, el putamen y el polo temporal anterior. Además, se activan también la corteza frontal dorsolateral y el

cingulado anterior, áreas que están implicadas en el control de las emociones. El significado de este intento de modulación de una emoción negativa se desconoce, aunque se plantean dos opciones, o bien el intento de supresión de emociones positivas indeseadas o bien el deseo de aumentar las emociones negativas hacia el candidato rival.

Probablemente, los estudios más controvertidos son aquellos que han evaluado las posibles diferencias fisiológicas entre progresistas y conservadores. En los estudios de personalidad, las personas conservadoras políticamente tienden a presentar juicios más estructurados y persistentes en el tiempo, así como mayor necesidad de orden, estructura y pertenencia al grupo. Por el contrario, los liberales suelen tener mayor tolerancia a la ambigüedad y las situaciones complejas, y son más partidarios de embarcarse en nuevas experiencias. Investigadores de la Universidad de Nueva York se han planteado si estas diferencias psicológicas podrían tener un correlato neurocognitivo²⁹. Para ello utilizaron una medida muy simple de flexibilidad mental, como es el test *Go/no-Go*, evaluando durante la tarea la actividad del cingulado anterior, región cerebral relacionada con la monitorización de conflictos. Encontraron que el número de errores en las tareas *no-Go* era mayor en los conservadores, mientras que la actividad del cingulado anterior en las tareas de inhibición de respuesta era menor. Esta asociación sugiere que la orientación conservadora se relaciona con una mayor persistencia en los patrones habituales de respuesta y menor flexibilidad mental. No obstante, estos resultados no han sido replicados en otros estudios, con lo cual las conclusiones no pasan de preliminares.

Otra manera de encarar las posibles diferencias entre progresistas y conservadores es evaluar su respuesta ante situaciones amenazantes. Tanto la medición de la conductancia cutánea como de la amplitud del *blink reflex* han demostrado ser dos buenos instrumentos de medida para evaluar de manera objetiva la respuesta fisiológica ante la amenaza. En un estudio reciente³⁰, se ha tratado de relacionar estas respuestas físicas con las opiniones en diferentes asuntos de la política norteamericana, dividiendo a los participantes en dos grupos según apoyaran políticas proteccionistas frente a peligros externos (gasto en defensa, guerra de Irak, patriotismo, limitación a la inmigración, permiso de armas) o no (ayuda al exterior, pacifismo, inmigración aperturista, control de armas). En los resultados, las personas con mayores respuestas fisiológicas frente a amenazas imprevistas (visuales o auditivas) apoyaron con mayor frecuencia políticas proteccionistas frente a peligros percibidos para el individuo o la comunidad. La conclusión de los autores es que una predisposición fisiológica podría influir en la opción política que eligen las personas, ya sea conservadora o progresista. Como simplificó la prensa convencional, los conservadores serían más miedosos. Sin embargo, el estudio no analiza las opiniones frente a asuntos económicos (pensión de desempleo, sanidad gratuita, etc.), en los cuales las personas progresistas tienden a ser más proteccionistas que las conserva-

doras, al menos en Estados Unidos. Como vemos, la neuro-política pisa caminos resbaladizos.

CONCLUSIONES

La Neurología tradicional, basada en el método lesional, ha realizado grandes aportaciones al conocimiento del funcionamiento del cerebro sano. Con el desarrollo de potentes herramientas para el estudio del cerebro, como las nuevas técnicas neurofisiológicas y de neuroimagen funcional, otras disciplinas como la psicología o la neurociencia cognitiva han tomado el relevo. Sin duda, este capítulo no tiene mucho que ver con la actividad diaria del neurólogo clínico, pero por la tradición de la Neurología, es bueno que el neurólogo este pendiente de lo que se conoce del sistema nervioso más allá de la cabecera del enfermo. La política, una disciplina poco afín *a priori* a la Neurología, es una rama más de las humanidades que comienza a dirigir su mirada al estudio del cerebro, el creador de todo sistema político.

BIBLIOGRAFÍA

1. Snow CP. The Two Cultures and the scientific revolution. The Rede Lecture. Cambridge: Cambridge University Press, 1959.
2. Wilson EO. On Human Nature. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
3. Wilson EO. Consilience. The Unity of Knowledge. New York: Alfred A. Knopf, 1998.
4. Mora F. Neurocultura. Madrid: Alianza, 2007.
5. García-Ruiz PJ. ¿Influyó el parkinsonismo de Hitler en el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial? Neurología 2000;15:87-8.
6. Borghesi L. Obama must match science rhetoric with action. Nature 2009;457:26.
7. Villarejo A, Camacho A. Los Neurocientíficos en el Tercer Reich. Neurología 2008;23:126-35.
8. Cohen R. Introduction. En: Cohen R, Toland JD. State formation and political legitimacy. Edison: Transaction Publishers, 1988.
9. Knutson KM, Wood JN, Spampinato MV, Grafman J. Politics on the Brain: an fMRI investigation. Soc Neurosci 2006;1:25-40.
10. Lewellen T. Introducción a la antropología política. Barcelona: Bellaterra, 1995.
11. Searle JR. Freedom and Neurobiology. Reflections on Free Will, Language and Political Power. New York: Columbia University Press, 2007.
12. Tobeña A. Cerebro y Poder. Política, bandidaje y erótica del mando. Madrid: La esfera de los libros, 2008.
13. Muller MN, Wrangham RW. Dominance, aggression and testosterone in wild chimpanzees: a test of the challenge hypothesis. Anim Behav 2004;67:113-23.
14. Edwards DA, Wetzel K, Wyner DR. Intercollegiate soccer: saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with team mates. Physiol Behav 2006;87:135-43.
15. Coates JM, Herbert J. Endogenous steroids and financial risk taking on a London trading floor. Proc Natl Acad Sci USA 2008;105:6167-72.
16. Schultheiss OC, Rohde W. Implicit power motivation predicts men's testosterone changes and implicit learning in a contest situation. Horm Behav 2002;41:195-202.
17. Archer J. Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. Neurosci Biobehav Rev 2006;30:319-45.
18. Judge TA, Bono JE, Ilies R, Gerhardt MW. Personality and leadership: a qualitative and quantitative review. J Appl Psychol 2002;87:765-80.
19. Johnson AM, Vernon PA, McCarthy JM, Molso M, Harris JA, Jang KJ. Nature vs. nurture: Are leaders born or made? A behavior genetic investigation of leadership style. Twin Res 1998;1:216-23.
20. Arvey MD, Rotundo M, Johnson W, Zhang Z, McGue M. The determinants of leadership occupancy: genetics and personality factors. The Leadership Quarterly 2006;17:1-20.
21. Judge TA, Colbert AE, Ilies R. Intelligence and leadership: a quantitative review and test of theoretical propositions. J Appl Psychol 2004;89:542-52.
22. Estupinya P. Neuropolítica: los conservadores son más miedosos. En la página web de El País: <http://lacomunidad.elpais.com/apuntes-cientificos-desde-el-mit/2008/10/8/neuropolitica-conservadores-son-mas-miedosos>.
23. Alford JR, Funk CL, Hibbing JR. Are political orientations genetically transmitted? Am Polit Sci Rev 2005;99:153-68.
24. Martin NG, Eaves LJ, Heath AC, Jardine R, Feingold LM, Eysenck HJ. Transmission of social attitudes. Proc Natl Acad Sci 1986;83:4364-8.
25. Hatemi PK, Medland SE, Morley KI, Heath AC, Martin NG. The genetics of voting: an Australian twin study. Behav Genet 2007;37:435-48.
26. Fowler JH, Schreiber D. Biology, politics, and the emerging science of human nature. Science 2008;322:912-4.
27. Todorov A, Mandisodza AN, Goren A, Hall CC. Inferences of competence from faces predict election outcomes. Science 2005;308:1623-6.
28. Kaplan JT, Freedman J, Iacoboni M. Us versus them: Political attitudes and party affiliation influence neural response to faces of presidential candidates. Neuropsychologia 2007;45:55-64.
29. Amodio DM, Jost JT, Master SL, Yee CM. Neurocognitive correlates of liberalism and conservatism. Nat Neurosci 2007;10:1246-7.
30. Oxley DR, Smith KB, Alford JR, Hibbing MV, Miller JL, Scalora M, et al. Political attitudes vary with physiological traits. Science 2008;321:1667-70.

La investigación en el área de las neurociencias está avanzando continuamente en los últimos años, y muchos de los progresos tienen implicaciones directas o indirectas en la población. La posibilidad de averiguar las bases de la personalidad humana y, por tanto, de controlar mejor sus acciones es un desafío para la ciencia y no pasa inadvertido en la sociedad, sobre todo por la labor de los medios de comunicación, para los que estos temas constituyen una parte importante y atractiva del contenido informativo. Esta situación de avance, a veces vertiginoso y las consecuencias en determinadas áreas sociales, favoreció hace no muchos años el surgimiento de la neuroética como ciencia, que trata las implicaciones sociales, legales y éticas de las neurociencias y los problemas éticos de la investigación en este campo. La neuroética es una disciplina de reciente creación con una definición no claramente establecida, pero con un papel importante en la actualidad, y con una necesidad de cambio y renovación continuos para seguir el avance de la investigación y la evolución de la sociedad.

Palabras clave:
Ética. Neurociencia. Neuroética. Neuroimagen.

Neurol Supl 2009;5(1):12-15

Neuroethics

Research in the area of Neurosciences has been continually advancing in recent years and much of the progress has direct or indirect implications on the population. The possibility of learning the basis of the human personality and thus having better control of their actions, is a challenge for science. This has not been overlooked in society, above all due to the work of the communication media, which considers these subjects an important and attractive part of the information content. This situation of

often-vertiginous advance and the consequences in some social areas led to the emergence not long ago of Neuroethics as a science, which deals with social, legal and ethical questions of Neurosciences and the ethical problems of research in this field. Neuroethics is a newly created discipline whose definition has not been clearly defined, but which has an important role nowadays, with a continuous need for change and renovation to continue the advances in research and evolution and changes of society.

Key words:
Ethics. Neurosciences. Neuroethics. Neuroimaging.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que se trata de una disciplina supuestamente conocida y considerada en nuestra actividad diaria, no es sencillo escribir y reflexionar de forma objetiva sobre la ética en las neurociencias.

Antes de centrarnos en la neuroética es preciso entender y definir qué es y a qué se dedica la ética. Como ocurre con muchas de las palabras de nuestro vocabulario, la palabra *ética* es de origen griego, la raíz es *ethos*, que significa costumbre, por lo que desde un punto de vista etimológico podríamos definir la ética como «la ciencia de las costumbres». Sin embargo, más que de las costumbres en sí mismas, la ética se ha preocupado a lo largo de los años de intentar establecer los límites entre la bondad y la maldad de los actos humanos, buscando ofrecer pautas de actitud ante la diversidad de las circunstancias vitales.

Como se puede uno imaginar, la labor que pretende llevar a cabo esta ciencia no es una tarea fácil y concisa, ya que, a diferencia de otras disciplinas, el campo de trabajo de la ética es amplio y variado. La ética trata los actos de las personas que son tan diversos como complejos, y no parece sencillo establecer «protocolos de actitud» similares para todos los individuos. Entre las personas de un mismo grupo profesional hay prioridades muy distintas y válidas desde el

Correspondencia:
Inés García Morales
Servicio de Neurología
Hospital Clínico San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n
28040 Madrid
Correo electrónico: garciamorales2@gmail.com

punto de vista ético, así como diferentes formas de afrontar las situaciones difíciles o importantes de la vida en función de valores o juicios preestablecidos. Esto lo vemos continuamente en el campo de la medicina, en el que con frecuencia nos enfrentamos a situaciones complicadas y límites, en las que la actitud tanto del médico como del enfermo viene determinada, más que por datos objetivos y prefijados, por sentimientos y opiniones subjetivas que surgen durante la propia actividad médica y que no encontramos en los libros habituales de consulta.

Todo esto hace de la ética una ciencia con límites poco definidos y en continuo cambio, que intenta seguir en todo momento la evolución del ser humano y su labor investigadora, que en los últimos años se desarrolla de forma imparable y a un ritmo en ocasiones vertiginoso y difícil de seguir, incluso para los propios directores de la investigación.

ÉTICA Y MEDICINA

Dentro del vasto campo de la ética se han ido estableciendo parcelas para un mejor control de la situación y para intentar, no siempre con éxito, establecer directrices dentro del área gris y confusa de la complejidad del ser humano y sus actos.

Para las ciencias biológicas surgió la bioética, que pretende tratar y analizar aspectos éticos en la biología, todavía desde un punto de vista muy general e implicando a disciplinas muy diversas. Para facilitar algo más las cosas han surgido en los últimos años otras parcelas dentro de la bioética, como son la salud pública, la clínica y, recientemente, la genética, nanoética y la neuroética.

En el ámbito de la medicina, la ética adquiere un papel y una dimensión especial, ya que, en cierto modo, algunos consideran que forma parte de la propia medicina y es algo intrínseco al quehacer médico. Diferentes autores lo expresan de forma categórica y, como manifiesta Cluff en el año 2002, afirman que la medicina es sobre todo humana y que tanto en su inicio, intermedio y fin debe evitar ante todo el sufrimiento, considerando que cualquier otro objetivo diferente a éste puede ser ciencia..., pero no medicina. Así piensan sobre la medicina y los profesionales médicos muchos autores, que escriben sobre ética y lanzan de forma indirecta una pregunta que posiblemente tiene muy diversas respuestas: ¿Sólo por el hecho de haber estudiado medicina y ejercer la profesión de médicos, se supone que somos «éticos»? Probablemente, las opiniones son variadas y la controversia está asegurada.

En este sentido se ha sugerido que desde el primer momento en el que nos enfrentamos a un enfermo deberíamos considerar no sólo los problemas clínicos que presenta, sino también todos los aspectos éticos que rodean a su enfermedad y que, al igual que intentamos renovar nuestro conoci-

miento clínico a diario ante los avances de las neurociencias, deberíamos hacer lo mismo con el saber ético, que es igual o más importante en muchos casos; según Coulehan, no hacer esto sería inhumano¹.

Empezando por las bases de la ética, en la medicina se fundamentan en el respeto de la autonomía del enfermo para tomar cualquier decisión en el proceso de la enfermedad, desde el inicio hasta el fin. Esta simple aseveración tiene implicaciones no tan sencillas y fáciles de llevar a cabo, que afectan o deberían afectar tanto al médico como al sistema sanitario, y suponen tener que buscar y conocer en todo momento lo que el paciente quiere realmente y evitar riesgos innecesarios, proporcionando recursos similares a todos los usuarios del sistema sanitario.

Este fundamento ético, en principio universalmente aceptado, fácil y obvio, se tambalea con frecuencia y se duda y se replantea, a veces hasta de forma inconsciente y enmascarada por otras voluntades supuestamente más importantes. En neurociencia, dados los avances imparables y a la vez fascinantes del conocimiento del sistema nervioso, la vulnerabilidad del principio básico de la ética es más patente y posiblemente éste se encuentra más desprotegido y en ocasiones relegado a segundo plano ante la importancia y la transcendencia de la investigación.

ORIGEN DE LA NEUROÉTICA

En este contexto de avance, progreso y éxito en el ámbito neurocientífico, que está viviendo días de continuo cambio y evolución, parece necesario revisar y renovar las cuestiones éticas relacionadas para que no queden obsoletas e inútiles en medio del vertiginoso viaje emprendido por nuestros investigadores en los últimos años^{2,3}.

Haciendo gala de la ambigüedad que caracteriza a la ética, no tenemos una definición clara y de consenso de neuroética. Desde un punto de vista general se puede decir que trata de las implicaciones sociales, legales y éticas de las neurociencias y los problemas éticos de la investigación en este campo. Aunque, para complicar más las cosas, podemos también considerar que trata o analiza las bases fisiológicas que subyacen a la actitud ética o no ética en las neurociencias. En relación con esto, Gazzaniga, en su libro *Ethical Brain*, expone que «la neuroética se encarga de realizar el análisis de cómo queremos enfrentar los aspectos sociales de la enfermedad, la normalidad, la mortalidad, el estilo de vida y la filosofía de vida asesorados por nuestra comprensión de los mecanismos cerebrales subyacentes»⁴. Podríamos decir que trata de desarrollar una filosofía de vida basada en el cerebro.

En el año 1984, una comisión americana de asistencia técnica (Office of Technology Assessment) hizo ya referencia a las implicaciones de la neuroética en la sociedad, y se re-

flexionaba sobre la influencia de la investigación sobre la función cerebral en el ámbito de la justicia, el trabajo y la comunidad en general⁵. El término como tal surge en 1989⁶ y se establece oficialmente como disciplina en el año 2002 en un simposio realizado en San Francisco con el título «Neuroethics: Mapping the field», con el soporte de la fundación Dana⁷. En este congreso se consideran cuatro áreas de importancia: *a)* implicación de las neurociencias en el conocimiento de uno mismo y la responsabilidad; *b)* aplicaciones sociales que generan nuevos recursos para la salud y la educación; *c)* intervenciones terapéuticas a través de la práctica clínica, y *d)* discurso público y entrenamiento de la sociedad.

ASPECTOS DE INTERÉS EN LA ACTUALIDAD

A pesar de ser una ciencia relativamente joven, es sorprendente la cantidad de cuestiones relevantes en Neurociencia que requieren soporte y evaluación desde la perspectiva de la ética⁸.

El avance en este campo afecta de forma muy directa a aspectos humanos significativos, que definen al hombre y a la mujer como tales y los diferencian de otros animales, como son la toma de decisiones, el pensamiento, el lenguaje, las emociones... Las cuestiones que suscita la investigación de estos temas tienen, por tanto, una relevancia social importante y generan un debate casi continuo.

Tras revisar la bibliografía y las publicaciones recientes analizaré superficialmente algunas de estas áreas, dejando abiertas cuestiones que no tienen una única respuesta.

IMPLICACIÓN DE LAS NEUROCIENCIAS EN EL CONOCIMIENTO DE UNO MISMO Y LA RESPONSABILIDAD

La evolución del conocimiento del sistema nervioso y su funcionamiento avanza, sobre todo, en cuestiones intrínsecamente relacionadas con el comportamiento humano. En los últimos años, gracias al progreso experimentado por las técnicas de neuroimagen, se han empezado a analizar de forma directa o indirecta las bases neurofisiológicas de una serie de actitudes humanas muy relevantes en la actividad diaria y profesional, como son el pensamiento, la memoria, el lenguaje o la toma de decisiones⁹. Estos avances, sin duda interesantes y relevantes para la ciencia, plantean también cuestiones delicadas en el momento en el que se plantea permitir la utilización de la información obtenida para cuestiones legales o judiciales. La investigación de los procesos mentales complejos mediante estas técnicas diagnósticas supone también un riesgo de simplificar excesivamente las cosas y reducir la complejidad de las actitudes humanas a una serie de señales superpuestas sobre una imagen de resonancia cerebral (RM), facilitando que puedan interpretarse o utilizarse erróneamente por personas no

expertas en la materia. En este sentido es fundamental considerar que, al igual que es difícil establecer límites en el área de grises de la ética, tampoco es tan fácil delimitar las áreas cerebrales dedicadas a cada uno de los procesos mentales o emocionales, probablemente generados más que por una zona concreta de la corteza por la actividad de complejas redes neuronales que, aunque comparten similitudes entre los seres humanos, con bastante probabilidad tienen diferencias sutiles no fácilmente detectables o interpretables en cada sujeto.

Está claro que llegar a conocer los sistemas neuronales que subyacen a la personalidad de cada individuo es un desafío para la ciencia; sin embargo, es un tema que debe abordarse con cautela y responsabilidad y con conciencia de la complejidad del sujeto de estudio, ya que las consecuencias o implicaciones de este conocimiento superan el campo de la ciencia y alcanzan a la sociedad.

IMPLICACIONES Y APLICACIONES SOCIALES

No hay duda del beneficio que genera el progreso en la investigación en neurociencias. Sin embargo, si la información llega sin control y de forma indiscriminada a la sociedad, el beneficio fácilmente queda empobrecido ante los conflictos que suscita en la población el conocimiento desmedido de una serie de cuestiones¹⁰. Era fácil prever que los avances en el campo de la neurociencia, y en concreto en el diagnóstico de una serie de enfermedades que marcan la sociedad de nuestros días, iban a ser con frecuencia titulares de los periódicos o de los programas de divulgación científica de radio o televisión y, por supuesto, cada vez más ser el centro de atención y de interés de una gran parte de la población. Por esto se impone la necesidad de diálogo entre el mundo científico y los medios de comunicación, para, en la medida de lo posible, llevar a cabo una información y educación adecuada, evitando el sensacionalismo y la creación de expectativas de diagnóstico o tratamiento. En concreto, se advierte del peligro que provoca el anunciar fármacos que actúan sobre la memoria o de técnicas que permiten predecir si una persona tendrá o desarrollará una enfermedad neurodegenerativa¹¹.

La posibilidad de estudiar y analizar cómo funciona nuestro cerebro cuando pensamos o decidimos ha llevado a realizar multitud de estudios utilizando RM funcional, magnetoencefalografía (MEG) u otras técnicas de neuroimagen. Aunque los avances son manifiestos y cada vez creemos que tenemos mayor acceso al «lenguaje de las neuronas», no parece fácil, como ya hemos comentado, conocer con exactitud y simplificar la individualidad y la complejidad de estas funciones. Por eso, estudios como el publicado recientemente con RM funcional¹², en el que se afirma la posibilidad de predecir si alguien miente o no en función de las áreas cerebrales activadas, deben ser analizados con cautela y de manera crítica, siendo conscientes de las grandes limitaciones

que todavía tenemos en este campo. Como podemos imaginar, la posibilidad de objetivar el pensamiento o la intención de actuar de una u otra manera utilizando estas técnicas es un arma de doble filo y puede llevar a una mala utilización con implicaciones sociales graves.

INTERVENCIONES TERAPÉUTICAS A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA CLÍNICA

El desarrollo de la genética y, sobre todo, la neuroimagen ha mejorado el diagnóstico de la patología neurológica en estadios precoces. Ambos objetivos tienen un indudable beneficio, pero engloban una serie de problemas y cuestiones no resueltas claramente. Tanto la genética como la neuroimagen permiten hoy día detectar y confirmar la presencia de enfermedades neurodegenerativas en fases muy iniciales, e incluso cuando todavía no hay síntomas clínicos. El avance desequilibrado entre el diagnóstico y el tratamiento lleva a plantear si realmente es beneficioso y saludable conocer que se padece una enfermedad para la que no podemos ofrecer tratamiento y que supone una serie de limitaciones en la sociedad, en la familia y, por supuesto, en la vida laboral. Junto a los beneficios claros de estos avances diagnósticos, que ofrecen no sólo la posibilidad de organizar y decidir cuestiones vitales importantes ante un diagnóstico, sino también mediante el conocimiento precoz de una patología, facilitar el estudio de posibles terapias, aparecen una serie de interrogantes difíciles de resolver de forma general, si tenemos en cuenta una vez más la diversidad del ser humano y sus prioridades y valores ante la vida.

DISCURSO PÚBLICO Y ENTRENAMIENTO DE LA SOCIEDAD

Como ya comentaba Blakemore en el año 1993¹³, «entre la ciencia y la sociedad están los medios de comunicación», y es importante que trabajemos activamente para preservar intactos determinados valores y trabajos científicos, evitando su divulgación de forma indiscriminada.

En la actualidad, los progresos científicos en el área de las neurociencias constituyen una parte importante del contenido de las noticias facilitadas por los medios audiovisuales. El considerar el cerebro como eje del comportamiento humano es un hecho aceptado socialmente y, por tanto, se considera que cualquier progreso en el conocimiento del mismo supone un mayor conocimiento y, por consiguiente, un mayor control de las personas. En una sociedad bombardeada por amenazas de todo tipo, cualquier método que permita dirigir o evitar el peligro o los generadores del mismo va a triunfar y a ser demandado por los distintos estamentos sociales.

Por otro lado, y ya en un ámbito más clínico y terapéutico, los avances en el conocimiento y tratamiento de enfermedades que pueden afectar a la cognición y comporta-

miento humano interesan, sin duda alguna, a la población que busca la longevidad con la mayor calidad posible.

CONCLUSIONES

No hay duda de que los avances en el campo de las neurociencias han generado una nueva perspectiva en el estudio del sistema nervioso y la patología relacionada, que mejora las posibilidades diagnósticas y terapéuticas, pero a la vez suscitan una serie de cuestiones morales que requieren atención y soluciones no siempre fácilmente alcanzables, ya que sobrepasan el campo de la ciencia y tienen implicaciones sociales importantes. La participación de los medios de comunicación en la divulgación de las noticias relacionadas con las neurociencias complica y dificulta aún más la situación y hace necesario el establecimiento de un diálogo responsable entre las partes. Así pues, la neuroética, a pesar de ser una disciplina joven, tiene una tarea importante que realizar y numerosos frentes abiertos que requieren una reflexión y planteamientos maduros para su solución. Por otro lado, parece inevitable que nosotros, los clínicos e investigadores, participemos activamente para preservar el trabajo científico y clínico fuera del alcance de objetivos y pretensiones que, lejos de favorecer el progreso, lo limiten y lo utilicen erróneamente para fines inmorales y arriesgados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coulehan J, Williams PC, McCrary SV, Belling C. The best lack all conviction: biomedical ethics, professionalism, and social responsibility. *Camb Q Healthc Ethics* 2003;12:21-38.
2. Illes J, Bird SJ. Neuroethics: a modern context for ethics in neuroscience. *Trends Neurosci* 2006;29:511-7.
3. Slachevsky A. La neuroética: ¿Un neologismo infundado o una nueva disciplina? *Rev Chil Neuro-Psiquiat* 2007;45:12-5.
4. Gazzaniga M. *The Ethical Brain*. Chicago: Dana Press, 2005.
5. Congress of the US, Office of Technology Assessment (1984). *Impacts of Neuroscience*. Disponible en http://www.wws.princeton.edu/ota/ns20/year_f.html.
6. Cranford RE. The neurologist as ethics consultant and as a member of the institutional ethics committee. *The neuroethicist. Neurol Clin* 1989;7:697-13.
7. Marcus S J. *Neuroethics: Mapping the field*. Conference proceedings. New York: The Dana Press, 2002. Disponible en <http://www.dana.org/neuroethics.cfm>.
8. Racine E, Illes J. Neuroethical responsibilities. *Can J Neurol Sci* 2006;33:269-77.
9. Illes J. Neuroethics in a new era of neuroimaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;24:1739-41.
10. Eastman N, Campbell C. Neuroscience and legal determination of criminal responsibility. *Nat Rev Neurosci* 2006;7:311-8.
11. Farah M. Neuroethics: the practical and the philosophical. *Trends Cogn Sci* 2005;9:34-40.
12. Kozel FA, Johnson KA, Mu Q, Grenesko EL, Laken SJ, George MS. Detecting deception using functional magnetic resonance imaging. *Biol Psychiatry* 2005;58:605-13.
13. Blakemore C. Neuroscience and the media: the need for communication. *Neuroscience* 1993;57:217-26.

R. García-Ramos García

Neurofilosofía. Del dualismo cartesiano al naturalismo biológico

Servicio de Neurología
Hospital Clínico San Carlos
Madrid

El problema cerebro-conciencia ha sido debatido en la filosofía desde el origen de esta disciplina. El dualismo y el materialismo, las principales corrientes de la filosofía de la mente, han ido evolucionando y actualmente los defensores de ambas están de acuerdo en que la conciencia es el todo, invariablemente la conciencia está unida a nuestro ser físico y que además la conciencia constituye un hecho diferencial del ser humano. La neurofilosofía, corriente materialista creada y defendida principalmente por Patricia Churchland, defiende que la actividad mental es actividad cerebral y, por tanto, susceptible de métodos de investigación científica.

Palabras clave:
Neurofilosofía. Dualismo. Materialismo eliminativo. Patricia Churchland. Conciencia.

Neurol Supl 2009;5(1):16-22

Neurophilosophy. From Cartesian dualism to biological naturalism

The brain-consciousness problem has been debated in philosophy since the beginnings of this discipline. Dualism and materialism, the main philosophical trends of mind, have been evolving and its supporters currently agree that consciousness is the whole. Invariably consciousness is linked to our physical being, and furthermore, consciousness is a differential fact of the human being. Neurophilosophy, a materialistic trend created and primarily defended by Patricia Churchland, defends that mental activity is a brain activity and, therefore, can be studied by scientific research methods.

Key words:
Neurophilosophy. Dualism. Eliminative materialism. Patricia Churchland. Consciousness

Correspondencia:
Rocio García-Ramos García
Servicio de Neurología
Hospital Clínico San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n
28040 Madrid
Correo electrónico: garciaramosg@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

La RAE¹ define la filosofía como un conjunto de saberes que busca establecer, de manera racional, los principios más generales que organizan y orientan el conocimiento de la realidad, así como el sentido del obrar humano. La palabra procede del griego y está compuesta de dos palabras: *philos*: significa amor; *sophia*: significa pensamiento, sabiduría, conocimiento y saber. En griego, «φιλοσοφία» es amor por la sabiduría.

Es la «filosofía de la mente» la rama de la filosofía que se ocupa de la naturaleza de los estados mentales, de sus efectos y sus causas. Además de las cuestiones ontológicas acerca de la naturaleza de los estados mentales, la filosofía de la mente estudia cuestiones epistemológicas en torno a la cognoscibilidad de ésta².

DUALISMO CARTESIANO

A lo largo de toda la historia de la filosofía se ha estudiado la dualidad alma-cuerpo, mente-materia y finalmente cerebro-conciencia. En la Edad Antigua existía una noción de «alma» globalmente relacionada con el cerebro y puede ser encontrada en la obra de Pitágoras, Hipócrates, Platón, Erasístrato y Galeno, entre otros. En la Edad Media cristiana la distinción entre cuerpo y alma inmaterial era la tendencia predominante. Los fisiólogos neumáticos de la Edad Media pensaban que las capacidades mentales estaban localizadas en el fluido de los ventrílocuos. Pero es Descartes el que da origen al dualismo metafísico entre la mente y el cuerpo, que ha sido desde entonces discutida por el pensamiento occidental. En el año 1641 en *Meditationes de prima philosophia, in quibus Dei existentia, et animae à corpore distinctio, demonstratur*, Descartes dice: «Puedo imaginarme clara y distintamente que el espíritu exista sin la materia. Lo que uno puede imaginar clara y distintamente es al menos, por principio, posible. Así, pues, es al menos posible que el espíritu exista sin la materia. Si es posible que el espíritu exista sin la materia, espíritu y materia han de ser entidades dife-

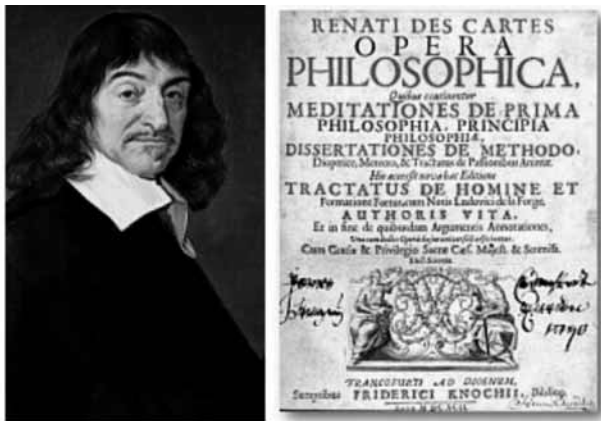


Figura 1 | Retrato de René Descartes. Primera página de la obra *Meditationes de Prima Philosophia*.

rentes. Puesto que espíritu y materia han de ser entidades diferentes, en consecuencia el dualismo es cierto». Según Descartes hay dos sustancias, el cuerpo y el alma (a la que también denomina mente). La esencia del cuerpo es la extensión; mientras la del alma o mente es el pensamiento. El cuerpo es espacial, el alma no tiene extensión. El cuerpo es un mecanismo que puede ejecutar muchas acciones sobre sí mismo sin la intervención del alma; el alma es pura sustancia pensante que puede, pero no siempre, regular el cuerpo. Cómo el cuerpo espacial puede afectar o ser afectado por la mente, no puede ser comprendido, para Descartes, ni en términos espaciales ni no espaciales. Pero posteriormente da un pequeño giro más a su visión y en 1649 en *Les passions de l'ame* describe el interaccionismo mente/cuerpo en la glándula pineal, dando origen al dualismo interaccionista. Descartes elige la glándula pineal porque le parece que es el único órgano en el cerebro que no está duplicado bilateralmente y porque cree, erróneamente, que era exclusivo de los seres humanos³ (fig. 1).

EL SIGLO XIX COMO TRANSICIÓN

En el siglo XIX el problema mente-cerebro empieza a dar un cambio, al aceptarse que hay procesos específicamente mentales que están correlacionados con regiones concretas del cerebro. Franz Josef Gall (1758-1828) es el principal defensor de esta teoría y primer frenólogo. La frenología acepta que el tamaño y la forma del cráneo reflejan el tamaño y la forma de las partes subyacentes del cerebro, que las capacidades mentales son innatas y fijadas y que el relativo nivel de desarrollo de una capacidad innata es un reflejo del tamaño del órgano cerebral heredado.

Posteriormente los descubrimientos sobre el funcionamiento del sistema nervioso central realizados por Cajal, Golgi, Fritsch y Hitzig, entre otros, facilitaron considerar los procesos psicológicos como procesos cerebrales⁴.

SIGLO XX-XXI: CORRIENTES CLÁSICAS RENOVADAS

Actualmente se considera que la conciencia es el todo, *sea in which we swim*. Invariablemente la conciencia está unida a nuestro ser físico (datos físicos que alteran nuestra conciencia). Además la conciencia constituye un hecho diferencial del ser humano (condiciona nuestros comportamientos, sentimientos). Las dos corrientes de la filosofía de la mente, dualismo y materialismo, aceptan estos preceptos. El dualismo declara que la ciencia no puede explicar la conciencia y que la conciencia y los eventos cerebrales están relacionados pero son distinta clase de fenómenos. El materialismo defiende que la conciencia es explicable científicamente, que ésta es consecuencia de un evento neuronal y que no existe nada subjetivo que no sea resultado de la actividad neuronal.

Desde los dualismos clásicos (Platón, Descartes y Leibniz), actualmente destacan en esta corriente Huxley, Jackson, Nagel y David Chalmers. Igualmente los materialistas más sobresalientes en la actualidad son Crick, Dennet y Churchland. A este último grupo es al que pertenecen los filósofos que defienden la nueva corriente llamada neurofilosofía. Hay que destacar otro filósofo que defiende una postura intermedia entre los dualistas y materialistas, John Searle, considerado defensor del naturalismo biológico⁵.

DUALISTAS CONTEMPORÁNEOS

Thomas Nagel

Thomas Nagel (Belgrado, 4 de julio de 1937) es un filósofo estadounidense, actualmente profesor de filosofía y derecho en la Universidad de Nueva York. Su familia era judía. Obtuvo un grado en filosofía en la Universidad Cornell en 1958 y, posteriormente, en la Universidad de Oxford en 1960. En 1963, obtuvo un doctorado en filosofía en la Universidad de Harvard. Antes de establecerse en Nueva York, Nagel dio clases por un tiempo en las universidades de California, Berkeley y Princeton. Sus trabajos se han centrado en filosofía de la mente, filosofía política y ética. Es conocido por su crítica de los estudios reduccionistas sobre la mente en su ensayo *What Is it Like to Be a Bat?* (1974)⁶ y por su contribución a la teoría político-moral liberal y deontológica en *The Possibility of Altruism* (1970).

En la obra *¿Cómo es ser un murciélago?* analiza la relación mente-cerebro a partir de la existencia de la conciencia como hecho diferencial que, entiende, no puede ser reducido al análisis de la física, ya que excluye lo subjetivo, lo diferencial. Podemos intentar objetivar cuál es la percepción que tiene un murciélago, pero nos falta, para ser plenamente objetivos, sentir la subjetividad perceptiva, la conciencia de ser del murciélago. Por ejemplo, hay algo que es ser Thomas Nagel, o algo que es ser Moisés o Pedro o Fernando o Patricia o cualquier ser humano de los tantos en el

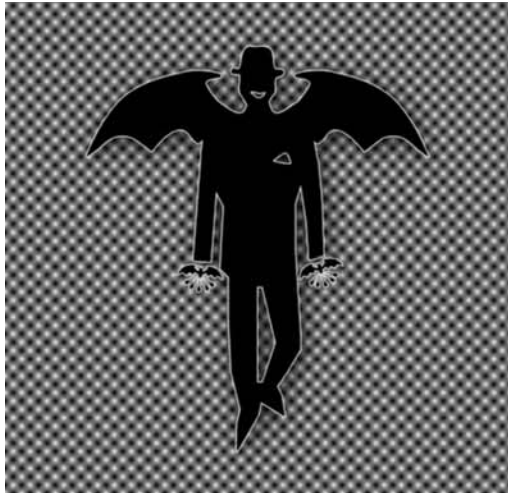


Figura 2

Thomas Nagel: ¿Qué es ser un murciélago?

mundo, hay algo que es ser como cada uno de ellos, para cada uno de ellos: desde un punto de vista que constituye la perspectiva de la primera persona. Así como hay algo que es ser un particular perro *Fido* o un particular murciélago, etc. Esto es fundamental puesto que nos permite ver las deficiencias en otras definiciones de filosofía de la mente, sugerencias tales como que lo mental es lo disposicional, o que lo mental es lo funcional, etc. Para él existe la «cualidad especial» (qualia) de aquello que llamamos «mental», que quiere decir que es que haya algo que es, para ese organismo, cómo es ser ese organismo. Defiende que lo mental es la cualidad intrínseca de los procesos neurofisiológicos. La física y la fisiología nos describen y explican perfectamente los movimientos de los cuerpos físicos, y si esto es así parece que ni en la física ni en la fisiología habría ningún dato que nos dijera cómo es ser ese cuerpo particular. Por lo tanto la mente parece ser algo más que los funcionamientos físicos y fisiológicos, por decir, del cerebro. La conciencia de ser proyecta la experiencia subjetiva en la percepción de la realidad. La ciencia no puede explicar la experiencia en primera persona de los fenómenos mentales. Si lo mental fuera simplemente un engranaje más en una cadena de procesos funcionales: neurofisiológicos, químicos, mecánicos, etc., entonces cualquier ser que implementara un algoritmo y tuviera las partes necesarias podría ejecutar esas funciones (¿un robot?), pero ¿por qué habría de haber algo que es ser ese ser? (fig. 2).

David Chalmers

David John Chalmers (20 de abril de 1966) es un filósofo australiano, especializado en estudiar la filosofía de la mente humana; es profesor de filosofía y director del centro de estudios de conciencia de la Universidad Nacional de Australia. Chalmers, entre otras, plantea dos preguntas: ¿Por qué todo el procesamiento (de la mente) se encuentra

acompañado de la vida interna experimentada? ¿Es posible que vivamos en un *matrix*?

Defiende que la posibilidad de que efectivamente estemos en un *matrix* no es tan mala como parece. Argumenta en contra de la idea intuitiva de que, si estamos en un *matrix* vivimos engañados acerca del mundo externo. Por el contrario, sugiere que si estamos en un *matrix* esto nos indica algo acerca de la naturaleza del mundo externo: el mundo físico está hecho en última instancia de *bits*, y fue creado por seres que nos aseguran que nuestras mentes interactúan con el mundo físico. La conclusión sorprendente de Chalmers es que aun si viviéramos en una simulación tipo *Matrix* la mayoría de nuestras creencias acerca del mundo serían igual de verdaderas.

Además sostiene que debemos tratar la conciencia como un aspecto irreductible del universo, como lo es para los físicos el tiempo, el espacio y la masa. Según él, no es que la conciencia sea consecuencia de la materia ni la materia fruto de la conciencia, sino que ambas son en esencia «información». La realidad puede estar generada a partir de la interpretación de información. Formaríamos parte de un infinito complejo informacional sujeto a la libre interpretación, esto es, a la búsqueda de patrones reconocibles dentro del flujo de «datos» que genera a la vez mucha más información. Cuanto más compleja es la información que se procesa, más lo es la vida consciente. Pero eso no impide que existan formas de procesar la información mucho más primitivas, como las piedras. La conciencia siempre es gradual. Para Chalmers, si bien son dos cosas diferentes, no hay conciencia sin cerebro⁷.

Distingue en la conciencia dos problemas:

- *Problemas fáciles*: aquellos susceptibles de ser tratados íntegramente por las neurociencias (reacción a estímulos ambientales, la integración de la información, etc.).
- *Problema duro*: por qué la realización de todas las actividades va acompañada de experiencia subjetiva, es decir, la experiencia.

Para llegar a una nueva teoría sobre la conciencia, Chalmers propone una serie de principios. El primero de ellos es tomar a la conciencia seriamente; esto implica la aceptación de su existencia y la negación de su conceptualización a partir de la explicación de mecanismos funcionales. El segundo de ellos es tomar a la ciencia seriamente, lo que implica aceptar los conceptos científicos existentes hasta el momento, sin querer decir con ello que uno deba limitarse a éstos. El tercer punto implica pensar que si el fenómeno de la conciencia es un fenómeno natural, debe existir alguna teoría científica capaz de explicarlo así lleguemos a ella o no.

El fenómeno de la conciencia se encuentra en el borde entre la ciencia y la filosofía. Es un fenómeno que pide una

explicación científica pero que no está dispuesto a ser estudiado a través de los métodos científicos comunes. La conciencia es una propiedad básica existente en la naturaleza y que, por lo tanto, aun cuando existirían grados variables de ella en los seres y objetos del mundo, prácticamente todos presentarían conciencia. La razón fundamental por la cual la conciencia sería una propiedad básica de la naturaleza es que ella está asociada al concepto de información.

Establece la información como elemento fundamental de la estructura del mundo que se traduce en un doble aspecto: un aspecto físico y un aspecto subjetivo-experiencial⁸.

Epifenomenalistas

El epifenomenalismo fue desarrollado por Thomas Henry Huxley. Entiende la conexión entre mente y materia como una relación de un solo sentido: la materia actúa sobre la mente inmaterial, pero no a la inversa. Sin embargo, el epifenomenalismo plantea problemas similares a los del dualismo interaccionista. ¿En qué lugar se produce el efecto sobre la mente? ¿Cómo se produce dicho efecto? Todavía hoy hay defensores del epifenomenalismo como Frank Jackson.

El principal argumento epifenomenalista es el que muestra a través del experimento «Lo que María no sabía». Este consiste en lo siguiente: Mary está encerrada en una habitación en blanco y negro; es educada con libros en blanco y negro y con lecciones retransmitidas por una televisión en blanco y negro. De este modo ella aprende todo lo que se puede saber acerca de la naturaleza física del mundo. Conoce todos los eventos físicos acerca de nosotros mismos y nuestro entorno, en un sentido amplio de la palabra «físico» que incluye todas las cosas de la física completa, la química y la neurofisiología, y todo lo que se puede saber acerca de sus consecuencias, como los eventos causales y relacionales, incluyendo, por supuesto, los roles funcionales. Si el fisicalismo es cierto, Mary conoce todo lo que es posible conocer, ya que suponer otra cosa es sostener que queda por conocer algo más que todos y cada uno de los eventos físicos, y esto es justamente lo que el fisicalismo rechaza (una rama del materialismo). El fisicalismo defiende la tesis de que el mundo es enteramente físico.

Parece, sin embargo, que Mary no conoce todo lo que hay por conocer, ya que cuando es liberada de su habitación en blanco y negro o se le da una tele en color ella aprenderá, por ejemplo, qué es, o cómo es, el ver alguna cosa roja. Esto se describe como *aprender* (ella no dirá «ho, hum»). Por tanto, según él, el fisicalismo es falso⁹.

MATERIALISTAS CONTEMPORÁNEOS

El reduccionismo es la perspectiva, tesis o actitud desde la cual se afirma que la experiencia consciente y el conoci-

miento que posee alguien acerca de sus propios estados mentales puede ser completamente explicado recurriendo a la evidencia física o a través de términos no experienciales o a conceptos científicos.

Hilary Putnam

Putnam nació en Chicago, Illinois, en 1926, en una familia judía. Putnam estudió matemáticas y filosofía en la Universidad de Pensilvania. Continuó estudiando filosofía en la Universidad de Harvard y más tarde en la Universidad de California, donde recibió su doctorado en filosofía en 1951. Tras impartir clases en la Universidad de Northwestern, la Universidad de Princeton y el MIT, se trasladó a Harvard donde ejerció hasta que se retiró. Es uno de los filósofos más prolíficos e importantes de la posguerra. Ha hecho aportaciones destacadas a la filosofía de la mente, la filosofía del lenguaje y la filosofía de la ciencia.

A principios del siglo XX la teoría de la identidad sustituyó a la creencia de que un estado mental representaba una conducta. Ésta fue sustituida posteriormente por el funcionalismo liderado por Putnam.

La realización múltiple formulada por Hilary Putnam en respuesta a la teoría de la identidad (si los estados mentales son algo material, pero no conducta, habrá que suponer que son idénticos a los estados físicos internos) se entiende de la siguiente manera: parece claro que no sólo los seres humanos, sino también por ejemplo los anfibios o los crustáceos, pueden padecer dolores, pero parece improbable que todos los seres con los mismos dolores se encuentren en el mismo estado cerebral; pero si no es ese el caso, entonces el dolor no puede ser idéntico a un determinado estado cerebral. De modo que la teoría de la identidad carece de fundamento empírico.

Incluso si sucediera que un determinado estado cerebral está ligado en cada caso con un único estado «mental» de la persona, esta correlación absoluta entre estado mental y estado cerebral no significaría necesariamente que ambos estados son de hecho uno y el mismo.

El funcionalismo, desarrollado entre otros por Hilary Putnam, defiende que los estados mentales son materia, pero no es otra cosa que un estado cerebral. La idea es la siguiente: si los seres con estados cerebrales diferentes pueden tener el mismo estado mental (con lo que la teoría de la identidad se revela falsa), ha de existir no obstante algo que los estados cerebrales tengan en común. La solución de los funcionalistas consiste en subsumir los distintos estados cerebrales bajo el mismo estado funcional. Los estados mentales serían entonces estados funcionales.

Pero ¿qué son los estados funcionales? A menudo se explica utilizando el ejemplo de una sencilla máquina automá-

tica. Imaginemos que ésta por cada euro da un refresco. La máquina puede describirse por medio de sus diferentes estados. Ha de haber un estado en el que la máquina expulse el refresco sin pedir más monedas. Pero ha de haber también estados en los que la máquina pida una moneda de 50 o 20 céntimos más para expulsar algo. En clave de la teoría de autómatas, la máquina expendedora de refrescos puede describirse completamente de esta manera, por medio de estados funcionales abstractos. La analogía es clara: los estados mentales son estados funcionales independientemente de los estados cerebrales concretos que los produzcan¹⁰.

Patricia Churchland

Patricia Smith Churchland es una filósofa canadiense norteamericana nacida el 16 de julio de 1943. Estudió en la Universidad de la Columbia Británica, la Universidad de Pittsburgh y la Universidad de Oxford. Desde 1984 desarrolla su labor en San Diego, en la Universidad de California, donde es profesora. Es la esposa del filósofo Paul Churchland. Sus estudios se centran en la neurofilosofía y la filosofía de la mente. Churchland ha enfocado sus estudios en la relación entre las neurociencias y la filosofía. De acuerdo con ella, los filósofos se están dando cuenta de que para entender la mente primero debe entenderse el cerebro. Se asocia a la escuela de pensamiento llamada eliminativismo o materialismo eliminativo.

El materialismo eliminativo sostiene que los fenómenos mentales en realidad no existen y que hablar de los reflejos mentales, como se hace en psicología popular, es algo así como dar crédito a las enfermedades causadas por el diablo. Esta tendencia de la filosofía de la mente propone que los conceptos mentales, tales como creencias y deseos, son constructos teóricos sin una definición coherente y, por lo tanto, no pueden figurar en los esfuerzos por comprender el funcionamiento del cerebro y la mente.

Patricia Churchland acuñó por primera vez la palabra neurofilosofía en los años ochenta (1986) en su artículo «Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind-Brain»¹¹. Establece como las bases de la neurofilosofía tres conceptos principales: deriva del materialista eliminativo, pues según ella sobran las ciencias como la psicología; es naturalista, debido a que piensa que la investigación científica es la mejor fuente para entender la naturaleza de la mente; y finalmente, el objetivo más ambicioso de sus investigaciones es alcanzar una ciencia unitaria de la mente/cerebro (fig. 3).

La actividad mental es actividad cerebral y, por tanto, susceptible de métodos de investigación científica. La neurociencia necesita de la ciencia cognitiva para conocer qué fenómenos requieren ser explicados. Es necesario entender los muchos niveles de organización del cerebro y se debe comparar con otras especies, para entender la evolución de las capacidades cognitivas propias¹².

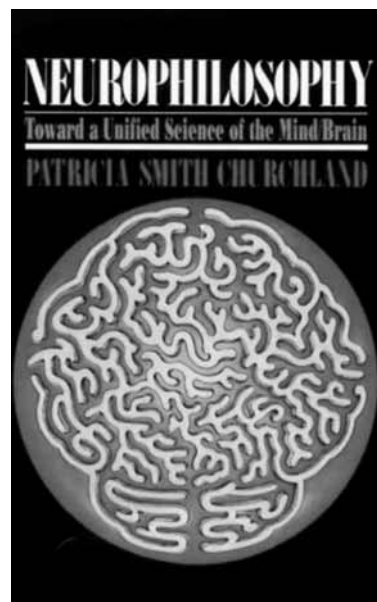


Figura 3 Patricia Churchland: *Neurophilosophy* (1986).

La neurofilosofía plantea nueva definición de inteligencia, la teoría triárquica, que incluye: el contexto interno del individuo (sus capacidades), el contexto externo (el ambiente donde se desarrolla) y la interacción entre ambos. La inteligencia es esa adaptabilidad dinámica al medio, porque al adaptarse lo modifica. ¿Un ejemplo? «Una persona de 50 años que pierde su trabajo y es capaz de generar una nueva actividad que le permite sostenerse. Ese es un tipo muy inteligente.»

Francis Crick

En «La búsqueda científica del alma» (1994)¹³, Crick plantea que existe en el cerebro humano un grupo de neuronas que son el origen del alma y la conciencia, y de ese modo la mente y aun sus productos más sublimes pueden ser explicados por reacciones bioquímicas del cerebro.

Daniel Dennett

Daniel Clement Dennett (28 de marzo de 1942) es un filósofo estadounidense. Estudió en la Phillips Exeter Academy y recibió su *bachelor of arts* en filosofía en la Universidad de Harvard en 1963. En 1965, se doctoró en filosofía por la Universidad de Oxford. Es uno de los filósofos de la ciencia más destacados en el ámbito de las ciencias cognitivas, especialmente en el estudio de la conciencia, intencionalidad, inteligencia artificial y de la memética. También son significativas sus aportaciones acerca de la significación actual del darwinismo y la religión. Dirige el Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Tufts, donde es catedrático de filosofía.

Busca sobre todo proporcionar una filosofía de la mente arraigada en la investigación empírica y útil para ésta. En su disertación *Content and Consciousness*¹⁴ (Contenido y Conciencia) dividió el problema de explicar la mente en la necesidad de una teoría del contenido y una de la conciencia.

El cerebro para Dennett no es diferente en lo esencial de un ordenador, de un proceso computacional que, en principio, puede materializarse en un soporte cualquiera. Nuestras intuiciones en este asunto carecen de importancia. Y, en general, en todo aquello que tiene que ver con la conciencia. Después de todo, la idea de que «yo, desde dentro (de mí), trato directamente con significados no es más que una ilusión de usuario». Para Dennett, «los únicos datos que cuentan son los permitidos por el método científico». La intuición más importante, en el terreno de la conciencia, es la de que existe un lugar en el cerebro donde se reúnen todas las experiencias y «nosotros» somos espectadores de nuestra conciencia, una especie de sede central en donde los diversos materiales de la estimulación ya procesados se reúnen. Frente a este modelo (el *teatro cartesiano*), Dennett propone su modelo de las *versiones múltiples*: no hay nada parecido a una síntesis, a una respuesta unificada espacial y temporalmente localizada en el cerebro, sino que el proceso se da en una sucesión de muchos momentos fragmentarios a través de procesos paralelos, que transcurren por múltiples vías, y que interpretan y elaboran los estímulos sensoriales recibidos (sombras, líneas, color, ángulo, etc.). Es más, como no hay un sitio en donde todo pasa a la conciencia unificada, no cabe establecer un trazo entre el fin de los procesos pre-conscientes y el principio de la apreciación consciente. De hecho, para Dennett, la conciencia es un asunto menor, subordinada conceptualmente a la intencionalidad, reconocible, en diversos grados de complejidad, en los diversos niveles del proceso evolutivo: «descendemos de robots y estamos compuestos de robots y la intencionalidad de la que disfrutamos se deriva de la intencionalidad más básica de esos miles de millones de sistemas de intenciones más simples». El comportamiento intencional no requiere un cerebro. Lo importante es la función, el resultado que causan.

Es defensor de la inteligencia artificial con conciencia. Del mismo modo que «un corazón es algo que bombea sangre, no importa si es artificial, humano o de un cerdo (...), lo que convierte en algo en mente (o en creencia, o en dolor, o en temor) no es su composición, sino aquello que es capaz de hacer».

Además Dennett es neodarwinista. La selección natural la entiende como un proceso algorítmico del mismo tipo que puede ser un programa de un ordenador, esto es, como un conjunto de instrucciones que aplicadas de modo sistemático permiten resolver problemas; en particular, permite la adaptación. Él defiende que para que la selección natural actúe basta con que se dé un conjunto de patrones en condiciones de reproducirse, una variación ocasional sobre ese conjunto, un mecanismo de selección y la heredabilidad de las unidades seleccionadas. Lo asombroso es que ese meca-

nismo produce resultados que parecen obra de una inteligencia. De esta manera, surge la inteligencia que no es el resultado de inteligencia alguna¹⁴.

NATURALISMO BIOLÓGICO

John Searle

John Rogers Searle (nacido el 31 de julio de 1932 en Denver, Colorado) estudió en la Universidad de Oxford y es *Slusser Professor* de filosofía en la Universidad de California, Berkeley, y es célebre por sus contribuciones a la filosofía del lenguaje, a la filosofía de la mente y de la conciencia.

Para Searle, «la conciencia es un fenómeno neurobiológico causado por el cerebro». La conciencia tiene una ontología (modo de existencia) de primera persona cuyas características son: subjetiva, sólo existe cuando es experimentada por un sujeto; cualitativa; unificada, toda experiencia consciente ocurre como parte de un campo consciente unificado; intencionalidad, principalmente los instintos más básicos de supervivencia; es capaz de distinguir entre el centro y la periferia de la atención; organiza estímulos perceptivos disgregados en estructuras coherentes (la estructura Gestalt); familiaridad, y, por último, se dan en un estado de ánimo u otro o de placer/desplacer.

Estas características de la conciencia hacen imposible reducirla a meros eventos neurobiológicos, a pesar de estar causada por ellos. La conciencia es una propiedad emergente que surge de forma automática cuando reunimos un grupo de neuronas.

Searle es uno de los grandes detractores de la inteligencia artificial. El argumento en contra de lo que Searle denomina inteligencia artificial fuerte es parte de una posición más amplia en lo que respecta a la relación mente-cuerpo. La tesis central de la inteligencia artificial fuerte es que los procesos realizados por una computadora son idénticos a los que realiza el cerebro, y por lo tanto se puede deducir que, si el cerebro genera conciencia, también las computadoras deben ser conscientes. Para refutar esta posición, Searle desarrolla el experimento mental llamado «la caja china».

Supongamos que han pasado muchos años, y que el ser humano ha construido una máquina aparentemente capaz de entender el idioma chino, la cual recibe ciertos *inputs* (datos de entrada) que le da un hablante natural de ese idioma; estos *inputs* serían los signos que se le introducen a la computadora, la cual más tarde proporciona una respuesta en su *output* (dato de salida). Supóngase a su vez que esta computadora fácilmente supera la prueba de Turing, ya que convence al hablante del idioma chino de que sí entiende completamente el idioma, y por ello el chino dirá que la computadora entiende su idioma.



Figura 4 Experimento de la habitación china.

Ahora Searle nos pide que supongamos que él está adentro de esa computadora completamente aislado del exterior, salvo por algún tipo de dispositivo (una ranura para hojas de papel, por ejemplo) por el que pueden entrar y salir textos escritos en chino. Supongamos también que fuera de la sala o computadora está el mismo chino que creyó que la computadora entendía su idioma y dentro de esta sala está Searle que no sabe ni una sola palabra en dicho idioma, pero está equipado con una serie de manuales y diccionarios que le indican las reglas que relacionan los caracteres chinos (algo parecido a «si entran tal y tal caracteres, escribe tal y tal otros»). De este modo Searle, que manipula esos textos, es capaz de responder a cualquier texto en chino que se le introduzca, ya que tiene el manual con las reglas del idioma, y así hacer creer a un observador externo que él sí entiende chino, aunque nunca haya hablado o leído ese idioma. Dada esta situación cabe preguntarse: ¿Cómo puede Searle responder si no entiende el idioma chino? ¿Acaso los manuales saben chino? ¿Se puede considerar todo el sistema de la sala (diccionarios, Searle y sus respuestas) como un sistema que entiende chino? (fig. 4).

De acuerdo a los creadores del experimento, los defensores de la inteligencia artificial fuerte –los que afirman que programas de ordenador adecuados pueden comprender el lenguaje natural o poseer otras propiedades de la mente humana, no simplemente simularlas– deben admitir que, o bien la sala comprende el idioma chino, o bien el pasar el test de Turing no es prueba suficiente de inteligencia. Para los creadores del experimento ninguno de los componentes del experimento comprende el chino y, por tanto, aunque el conjunto de componentes supere el test, el test no confirma que en realidad la persona entienda chino, ya que como sabemos Searle no conoce ese idioma.

Ésta manipula diferentes códigos sintácticos que nada tienen que ver con la comprensión semántica de los contenidos procesados. Evidentemente, el concepto de intencionalidad está en el fondo del argumento de la habitación china de Searle en contra de la inteligencia artificial.

CONCLUSIÓN

El problema conciencia-cerebro es de los temas más apasionantes e interesantes tanto para neurocientíficos como para filósofos y en los que los distintos puntos de vista enriquecen el conocimiento del ser humano e intentan responder la pregunta esencial: ¿qué somos?

A pesar de los grandes avances científicos y el desarrollo de las teorías filosóficas, no hemos resuelto más de lo que lo hicieron nuestros antepasados, porque probablemente hay un hecho diferencial claro en el ser humano, que es la conciencia del propio yo. ¿Seremos capaz de solucionarlo algún día? ¿Es simplemente una cuestión de fe? O quizás ¿No disponemos todavía de la tecnología necesaria para conocer el funcionamiento del cerebro que crea la conciencia?

BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario de la RAE. Madrid: Espasa-Calpe, 2001; p. 1059.
2. Martínez Echevarri L, Martínez Echevarri H. Diccionario de Filosofía. Bogotá: Panamericana Editorial, 1998.
3. Ferrer Mora J. Diccionario de Filosofía. Barcelona: RBA Coleccionables, 2005; pp. 822-8.
4. Millán Puelles A. Fundamentos de Filosofía. Madrid: Rialp, 2001.
5. Nagel T. What is It Like to Be a Bat? *Philosophical Review* 1974; 83:435-50.
6. Chalmers D. On A Confusion about a Function of Consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 1997;20:148-9.
7. Jackson F. What Mary didn't know. *Journal of Philosophy* 1986;83:291-5.
8. Chalmers D. *The Conscious Mind*. Oxford University Press, 1996.
9. Jackson F. What Mary didn't know. *Journal of Philosophy* 1986; 83:291-5.
10. Putnam H. Representación y realidad: un balance crítico de funcionalismo. Barcelona: Gedisa, 1990.
11. *Neurophilosophy: toward a Unified Science of the Mind-Brain*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1986.
12. Churchland PS. *Neurophilosophy: the early years and new directions*. *Funct Neurol* 2007;22:185-95.
13. Crick F. *La búsqueda científica del alma*. Madrid: Debate, 2003.
14. Dennett D. *Contenido y conciencia*. Barcelona: Gedisa, 1996.
15. Dennett D. *La evolución de la libertad*. Barcelona: Paidós, 2004.
16. Searle JR. *El misterio de la conciencia*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2000.

La neuroteología se define como el estudio de las bases neurológicas y evolutivas de las experiencias subjetivas de espiritualidad, tradicionalmente categorizadas como experiencias religiosas. El término, de éxito en medios de información y libros de divulgación, ha sido poco utilizado en la literatura neurocientífica porque abarca muchos campos distintos. En el artículo se describe qué es, qué no es y por qué es importante el estudio de la religión para los neurólogos. Se revisan las bases neurológicas de los estados alterados de la conciencia de contenido religioso, el poder de la oración en la salud, el pensamiento religioso y cuál es su utilidad evolutiva. Por último, se hace una crítica de esta nueva rama del conocimiento y se predicen sus direcciones futuras.

Palabras clave:
Religión. Neurociencia. Neuroimagen. Oración. Creencias religiosas.

Neurol Supl 2009;5(1):23-27

Neurotheology

Neurotheology is the study of the neurological and evolutionary basis for subjective spiritual experiences traditionally categorized as religious experiences. This term, which has acquired success in mass media and books of mass publication, has not been used much in the neuroscience literature because it includes many different fields. This paper defines what the study of religion is or is not for the neurologists and why it is important for them to study religion. The neurological bases for altered states of consciousness correlated with spiritual experiences, the power of prayer on health, religious thought and what are its evolutionary advantages are

reviewed. Finally, a critique of this new branch of knowledge is presented and its future directions are predicted.

Key words:
Religion. Neuroscience. Neuroimaging. Prayer. Religious beliefs.

CONCEPTO E INTERÉS DE LA NEUROTEOLOGÍA

La neuroteología se define como el estudio de las bases neurológicas y evolutivas de las experiencias subjetivas de espiritualidad, tradicionalmente categorizadas como experiencias religiosas. Busca así el correlato neuronal de la religiosidad, utilizando las modernas técnicas neurofisiológicas y de neuroimagen funcional para investigar los procesos cerebrales que se dan en las experiencias religiosas. Aunque tiene antecedentes literarios, el término fue usado por primera vez en su forma actual por James B. Ashbrook, teólogo y neurocientífico, en su libro *The Human Mind and the Mind of God*¹. El pensamiento religioso es una de las conductas que diferencian cualitativamente al ser humano de otros seres vivos. Al igual que el lenguaje (incluyendo las matemáticas o la música) o el arte, la religión es un producto natural de nuestro cerebro. Todas las culturas en todos los tiempos han desarrollado conductas religiosas o espirituales, lo que descarta un origen cultural adquirido y conlleva a que sea una consecuencia de cómo es y cómo funciona nuestro cerebro². La predisposición a las creencias religiosas es una parte inextirpable de la naturaleza humana. De ahí el interés de la neurociencia en el estudio de las bases neurológicas de este pensamiento. Bajo el término «neuroteología» se engloban muy diversos campos de investigación; vamos a revisar en este artículo sólo tres líneas, las más destacadas en los últimos años.

Tan importante como definir qué es la neuroteología es explicar qué no es. No es un camino para afirmar que Dios no existe o que es un producto de nuestro cerebro. La existencia o no de Dios no es objeto de la ciencia, pues todo lo que no se puede demostrar como falso, no es científico³. La

Correspondencia:
Antonio Martínez-Salio
Servicio de Neurología
Hospital Universitario Doce de Octubre
Av. de Córdoba, s/n
28041 Madrid
Correo electrónico: amsalio@yahoo.com

creencia o no en la existencia de Dios es indiferente para el objeto de la neuroteología; así, si algún día se hallase una estructura cerebral que fuera la base de las creencias religiosas, sería para un ateo prueba del origen cognitivo de Dios, y para un creyente la demostración de que la divinidad ha actuado sobre nuestro cerebro para permitir la comunicación con Él. Ni es la búsqueda de la existencia de unas normas éticas universales de base neurológica, eso es objeto de la neuroética. Por último, tampoco es la vía para demostrar que todos los fundadores de las grandes religiones o sus místicos eran enfermos neurológicos, aunque, como veremos, el estudio de los enfermos neurológicos ha sido muy importante en la búsqueda de las bases neurológicas de experiencias religiosas. Se ha defendido que las crisis epilépticas del lóbulo temporal son el origen de conversiones como la de san Pablo⁴ camino de Damasco o las de Joseph Smith, o de episodios místicos como los de santa Teresa de Jesús⁵ o los de santa Juana de Arco. El hecho de que la conversión de san Pablo pudiera ser explicada por una crisis epiléptica, aunque pudiera ser un argumento que explicase su conducta para un no creyente, para un cristiano, por el contrario, no niega que ésta pudiera ser la forma biológica mediante la cual Dios cambia la vida del santo ni explica la experiencia religiosa del mismo que se prolonga el resto de su vida hasta su final en martirio.

LAS BASES NEUROLÓGICAS DE LAS EXPERIENCIAS RELIGIOSAS

Una de las líneas de investigación más productivas ha sido la búsqueda de explicación neurológica a fenómenos o estados alterados de conciencia que se han interpretado como experiencias espirituales. Un ejemplo de éstas son «las experiencias cercanas a la muerte» (ECM), que se definen como un conjunto de experiencias descritas por personas que estuvieron a punto de morir o en situaciones con gran peligro para sus vidas. Aunque algunos autores han defendido que son imágenes contemporáneas y características de la cultura occidental, hay estudios que demuestran que prácticamente no han variado a lo largo del tiempo⁶ y que son universales e independientes de las creencias sociales o las influencias culturales⁷. De entre todas ellas, la presencia de una «luz al final del túnel» es la descripción más constante. Sin embargo, la más estudiada es la sensación de abandono del cuerpo, que incluye la percepción extracorpórea en la que el sujeto está despierto y tiene la sensación de levantarse y observarse a sí mismo y al mundo desde una posición distinta a la de su cuerpo físico, y la autoscopia, en la que el individuo contempla su cuerpo desde un espacio extrapersonal. Se ha descrito en numerosas enfermedades neurológicas (epilepsia, migraña, tumores, ictus, infecciones) y psiquiátricas (esquizofrenia, depresión, ansiedad, trastornos disociativos), pero también se pueden desencadenar en sujetos sanos sometidos a hipoxia, sueño, drogas o fármacos anestésicos. Los estudios de neuroimagen muestran en las ECM una dis-

función de la corteza de integración multisensorial en la unión parietotemporal⁸, postulándose con los datos obtenidos en el estudio de un grupo de pacientes epilépticos con estos fenómenos la existencia de un fallo de integración de la información propioceptiva, táctil y visual con respecto al propio cuerpo y con respecto al vestíbulo⁹. Otro fenómeno interpretado como religioso es la glosolalia, la capacidad de hablar en una lengua extraña durante un éxtasis místico. Aunque es familiar en la tradición cristiana, de nuevo nos encontramos con una experiencia religiosa transcultural¹⁰. La glosolalia es muy característica de la iglesia pentecostal, de ahí que en un estudio con SPECT en cinco miembros de esta iglesia se objetivaron cambios en lóbulos frontales, parietales y caudado izquierdo¹¹.

El fenómeno más identificado con una experiencia mística es la de «ser uno y una misma cosa con la totalidad». Las características de esta percepción son: sentido de unidad o totalidad, sentido de atemporalidad, sentido de haber encontrado la realidad última, sentido de sacralidad y sentido de inefabilidad, no siendo posible describir adecuadamente la riqueza de la experiencia vivida. Se han estudiado diversas formas de desencadenar estas experiencias, como son la oración, los cánticos, la danza, la meditación, pero sobre todo las drogas, muchas de ellas usadas también por algunas religiones para generar experiencias espirituales¹². En un ensayo con estudiantes de teología a los que se administró de modo ciego psilocibina o placebo, nueve de los que recibieron la droga y uno del grupo placebo tuvieron experiencias religiosas¹³. Pero sin duda, los pacientes mejor estudiados son los epilépticos del lóbulo temporal, que pueden manifestar experiencias religiosas ictales, postictales e interictales¹⁴. Basándose en el estudio de estos pacientes, la mayoría de los autores localizan estos fenómenos en esa topografía y defienden que son un fenómeno límbico¹⁵. Para aclarar si estos fenómenos correspondían a ataques epilépticos o eran reflejo de un estado general del cerebro, Ramachandran, midiendo la conductividad eléctrica de la piel, demostró que los epilépticos del lóbulo temporal reaccionaban con mayor intensidad ante estímulos religiosos que ante estímulos violentos o sexuales, a diferencia de los controles, por lo que postula una hiperactividad del lóbulo temporal con el pensamiento religioso y que en el ser humano hay circuitos implicados en las experiencias religiosas que en algunos epilépticos están hiperactivas¹⁶. En el extremo de esta experimentación está Persinger, quien tras la observación de que pacientes con epilepsias del lóbulo temporal derecho podían experimentar «la presencia de Dios» y de que personas con experiencias paranormales tenían signos del lóbulo temporal, provocó mediante estimulación magnética transcraneal la aparición de alucinaciones visuales, auditivas y táctiles que eran interpretadas por los probandos como experiencias paranormales¹⁷, y así postula que la influencia de campos magnéticos terrestres pueden justificar experiencias que van desde la presencia de Dios a la de extraterrestres.

EL PODER DE LA ORACIÓN EN LA SALUD

Otro campo de investigación dentro de la neuroteología es el poder de las creencias religiosas y, en concreto, de la oración en la salud. Numerosísimos estudios demuestran que prácticas religiosas tales como la oración mejoran las tasas de éxito en fecundaciones *in vitro*, reducen la estancia hospitalaria, la duración de la fiebre en pacientes sépticos, mejoran la inmunidad, la artritis reumatoide o la ansiedad¹⁸, disminuyen la tensión arterial, la depresión y la mortalidad¹⁹. Aunque las creencias religiosas se consideran en la mayoría de los estudios, sobre todo en pacientes oncológicos, un factor positivo para afrontar los problemas de salud, puede ser negativo si los pacientes consideran su enfermedad un castigo divino²⁰. Una revisión de la literatura señala que la gran heterogeneidad y los sesgos metodológicos de los estudios no permiten llegar a conclusiones definitivas sobre este beneficio²¹.

Se ha estudiado qué ocurre en el cerebro cuando rezamos. Dos autores, Newberg y D'Aquili, al estudiar monjes budistas en meditación y monjas clarisas mientras oraban, describen una disminución del flujo en corteza parietal inferior, de nuevo en la unión parietotemporal del hemisferio izquierdo, encargada de la orientación del individuo en el espacio físico. A partir de estos experimentos, estos autores postulan la existencia de operadores cognitivos, redes neuronales que se activan cuando sucede alguna función analítica general del cerebro; así se activaría el operador holístico (que nos permite ver el mundo como un todo o unidad, parietotemporal derecho) y se anularía el operador binario (que introduce orden en el mundo mediante contrarios, formando un campo de orientación que permite diferenciar el individuo y todo lo demás, parietotemporal izquierdo)²².

El tercer motivo de estudio ha sido el del poder de la oración. En todas las culturas se resalta el valor de la oración para el bienestar de los demás, incluyendo su capacidad para mejorar la salud. Por ello, tras un estudio piloto, el MANTRA I, en el que los autores mostraban un efecto curativo no significativo por el tamaño de la muestra, de varias terapias complementarias, entre ellas, la oración, se realizó el MANTRA II. Este estudio comparó en pacientes que estaban pendientes de una cirugía coronaria, de modo aleatorizado y doble ciego, por un lado el poder de la oración que realizaron por algunos pacientes, entre 5 y 30 días, cuatro congregaciones (budistas, musulmanes, judíos y cristianos) de modo enmascarado *versus* nada, y por otra, se comparó la terapia MIT (música, imaginación y contacto) *versus* nada. Se aleatorizaron 748 pacientes de 9 hospitales que se dividieron en 4 grupos y se siguieron 6 meses para observar el pronóstico señalado como efectos adversos, readmisión hospitalaria o muerte. Ni la oración enmascarada ni la terapia MIT mejoraron el pronóstico clínico²³.

EL PENSAMIENTO RELIGIOSO

El estudio de los estados alterados de conciencia, aunque relacionado con las prácticas religiosas, no tiene nada que ver con el pensamiento religioso. No todas las personas creyentes han experimentado o necesitan tener esas experiencias para serlo, de ahí que se hayan buscado otros caminos para explicar las bases neurológicas de la religiosidad. Algunas de ellas han sido simplificaciones, tales como la del «gen de Dios», en la que se defiende que las personas con una mutación puntual (citosina por adenosina) en el gen de la proteína transportadora en vesículas de monoaminas VMAT2 tienen una propensión a la espiritualidad²⁴; o la de la «molécula de la espiritualidad», en la que se afirma que la dimetiltriptamina, único psicodélico endógeno, podría causar experiencias religiosas en personas genéticamente pre-dispuestas²⁵.

La complejidad de lo que ocurre en el sistema nervioso cuando se realizan actividades religiosas excede de un fenómeno límbico o parietotemporal. Así, en un experimento con 12 voluntarios se solicitó a 6 individuos muy religiosos, todos ellos cristianos renacidos, miembros de la comunidad evangélica fundamentalista libre, y a 6 no creyentes a leer un salmo, una canción de cuna muy familiar y las asépticas instrucciones para utilizar una tarjeta de teléfono. En las personas religiosas se activaba al leer el salmo el circuito frontoparietal (córtex prefrontal dorsolateral, frontal dorso-medial y parietal medial), sin participación de la corteza límbica, lo que sirve a los autores para defender que la religión es un fenómeno cognitivo, no una experiencia emocional²⁶. Es más, en 2 estudios realizados uno con registro electroencefalográfico y otro con resonancia magnética funcional en monjas carmelitas mientras meditaban, se aprecia una activación de múltiples áreas corticales de ambos hemisferios, en concreto de corteza orbitofrontal medial derecha, temporal medial izquierda, lóbulos parietales superior e inferior derecho, caudado derecho, corteza prefrontal medial izquierda, cíngulo anterior izquierdo, lóbulo parietal inferior izquierdo, ínsula izquierda, caudado izquierdo y tronco izquierdo²⁷.

El pensamiento religioso es una característica humana y universal, ha estado presente en todas las culturas conocidas y en todos los periodos de tiempo. Aunque no se sabe cuándo aparece el pensamiento religioso en el registro fósil, y se puede discutir, como hacen algunos autores, que la aparición de enterramientos intencionados (como los de *Homo heidelbergensis* en la sima de los huesos en Atapuerca) y de objetos con los enterramientos (como en los Neardentales) son comportamientos religiosos, al igual que ocurre con el arte, la religión es un comportamiento prácticamente exclusivo del *Homo sapiens* moderno. Por ello debe ser una consecuencia natural de nuestro sistema cognitivo, un producto de cómo es y cómo funciona nuestro cerebro, debería tener una base genética y conferir alguna ventaja evolutiva. Este razonamiento ha llevado a investigar cuál es la ventaja de

poseer una conciencia espiritual. Hay numerosas hipótesis. Algunos autores defienden que la creencia en una deidad está relacionada con una serie de propensiones humanas, como el deseo de conocer las causas de los hechos, el sentir que uno controla su propia vida, la búsqueda de seguridad en la adversidad, una defensa ante la certeza de que vamos a morir o la búsqueda de un sentido a nuestra existencia²⁸. Otros autores de base evolucionista creen que contribuyen a estructurar una comunidad en torno a principios comunes; así, todas las religiones defienden una serie de valores (solidaridad, templanza, humildad...) que promueven el altruismo y la vida en sociedad, lo que a su vez favorece la supervivencia de los genes, los individuos y los grupos²⁹. Por último, otra hipótesis resalta que todos estos rituales favorecen la cooperación, ya que cuanto más costosos son, mayor es la lealtad en el seno del grupo, son menos necesarios los mecanismos de vigilancia para evitar comportamientos egoístas costosos; así, a mayor número de restricciones, mayor nivel de entrega, de ahí que en el mercado de las religiones tengan más éxito las que más exigen a sus miembros³⁰.

CRÍTICA Y DIRECCIONES FUTURAS DE LA NEUROTEOLOGÍA

La neuroteología es un término que ha hecho fortuna en los medios de comunicación y en los libros de divulgación, pero que no se suele emplear en los trabajos científicos de las revistas especializadas en neurociencia porque engloba muchos temas diversos, como hemos visto en el artículo. Tres son las críticas principales. La primera es sobre el mismo término, ya que no es un equivalente «neuro» de la teología, que se define como la ciencia que trata de Dios, de sus atribuciones y perfecciones y sobre el conocimiento que el hombre tiene sobre Él mediante la fe o la razón. Ya hemos señalado que la existencia o características de Dios no pueden ser objeto de investigación científica. La segunda es que gran parte de los estudios se basan en las pruebas de neuroimagen, en particular de las llamativas imágenes cromáticas del cerebro obtenidas por resonancia magnética, que pueden dar la impresión errónea de que la excitación de determinadas áreas produce sentimientos, pensamientos o convicciones religiosas. Son herramientas muy útiles porque nos proporcionan información sobre la actividad de un cerebro vivo, pero han de ser interpretadas con cuidado, evitando caer en una nueva frenología. Por último, la crítica más importante es que el estudio de qué circuitos se activan al rezar o al meditar no tiene nada que ver con el pensamiento religioso, que es una experiencia subjetiva que sólo tiene sentido para el creyente. De igual manera, aunque supongamos que los ritos religiosos tienen una utilidad social o biológica, eso es indiferente para el que los practica, para el cual lo importante es la dimensión en primera persona, que es inevitablemente una vivencia subjetiva. Sin el acceso a los contenidos subjetivos decisivos para el creyente, no podremos saber en qué consiste la

relación del hombre con la divinidad, objeto de estudio de la neuroteología.

En conclusión, la neuroteología, que abarca ahora una gran cantidad de campos de investigación diferentes basados en el componente biológico de la religiosidad, debe ir más allá y convertirse en un campo intermedio entre la teología y la neurociencia, entre cerebro y espiritualidad, que estudie la relación entre fe y pensamiento, cómo los sentimientos religiosos están implicados en los procesos del pensamiento y como los aspectos religiosos están comprendidos en los procesos cognitivos. En ese estudio surgen preguntas inesperadas; así, si el pensamiento religioso es una ventaja evolutiva y una consecuencia de cómo es y cómo funciona nuestro cerebro, ¿cómo podemos explicar el ateísmo?

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashbrook AB. *The Human Mind and the Mind of God*. Lanham (MD): Univ Press of America, 1984.
2. Martín-Loeches M. *La mente del Homo sapiens*. Madrid: Aguilar, 2008.
3. Popper KR. *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1985.
4. Landsborough D. St Paul and temporal lobe epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50:659-64.
5. García-Albea Ristol E. La epilepsia extática de Teresa de Jesús. *Rev Neurol* 2003;37:879-87.
6. Athappilly GK, Greyson B, Stevenson I. Do prevailing societal models influence reports of near-death experiences? *J Nerv Ment Dis* 2006;194:218-22.
7. Belanti J, Perera M, Jagadheesan K. Phenomenology of near-death experiences: a cross-cultural perspective. *Transcult Psychiatry* 2008;45:121-33.
8. Thonnard M, Schnakers C, Boly M, Bruno MA, Boveroux P, Laureys S, et al. Near-death experiences: fact and fancy. *Rev Med Liege* 2008;63:438-44.
9. Blanke O, Landis T, Spinelli L, Seeck M. Out-of-body experience of neurological origin. *Brain* 2004;127:243-58.
10. Jennings G. An ethnological study of glossolalia. *JASA* 1968; 20:5-16.
11. Newberg AB, Wintering NA, Morgan D, Waldman MR. The measurement of regional cerebral blood flow during glossolalia: a preliminary SPECT study. *Psychiatry Res* 2006;148:67-71.
12. Baker JR. Psychedelic sacraments. *J Psychoactive drugs* 2005; 37:179-87.
13. Pahnke WN. Psychedelic drugs and mystical experience. *Int Psychiatry Clin* 1969;5:149-62.
14. Devinsky O, Lai G. Spirituality and religion in epilepsy. *Epilepsy Behav* 2008;12:636-43.
15. Saber JL, Rabin J. The neural substrates of religious experience. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 1997;9:498-510.
16. Ramachandran VS, Blakeslee S. *Phantoms in the brain*. New York: William Morrow, 1998.
17. St-Pierre LS, Persinger MA. Experimental facilitation of the sensed presence is predicted by the specific patterns of the applied magnetic fields, not by suggestibility: re-analyses of 19 experiments. *Int J Neurosci* 2006;116:1079-96.
18. Coruh B, Ayele H, Pugh M, Mulligan T. Does religious activity improve health outcomes? A critical review of the recent literature. *Explore* 2005;1:186-91.

19. Townsend M, Kladder V, Ayele H, Mulligan T. Systematic review of clinical trials examining the effects of religion on health. *South Med J* 2002;95:1429-34.
20. Zwingmann C, Wirtz M, Müller C, Körber J, Murken S. Positive and negative religious coping in German breast cancer patients. *J Behav Med* 2006;29:533-47.
21. Thuné-Boyle IC, Stygall JA, Keshtgar MR, Newman SP. Do religious/spiritual coping strategies affect illness adjustment in patients with cancer? A systematic review of the literature. *Soc Sci Med* 2006;63:151-64.
22. D'Aquili E, Newberg A. *The Mystical Mind: Probing the Biology of Religious Experience*. Minneapolis: Augsburg Fortress, 1999.
23. Krucoff MW, Crater SW, Gallup D, Blankenship JC, Cuffe M, Guarneri M, et al. Music, imagery, touch, and prayer as adjuncts to interventional cardiac care: the Monitoring and Actualisation of Noetic Trainings (MANTRA) II randomised study. *Lancet* 2005;366:211-7.
24. Hamer D. *The God gene how faith is hardwired into our genes*. New York: Doubleday, 2004.
25. Strassman R. *DMT: The spirit molecule*. South Paris (ME): Park Street Press, 2001.
26. Azari NP, Nickel J, Wunderlich G, Niedeggen M, Hefter H, Tellmann L, et al. Neural correlates of religious experience. *Eur J Neurosci* 2001;13:1649-52.
27. Beauregard M, Paquette V. EEG activity in Carmelite nuns during a mystical experience. *Neurosci Lett* 2008;444:1-4.
28. Hinde R. *¿Por qué persisten los dioses? Madrid: Ediciones de intervención cultural, 2008.*
29. Wilson EO. *Sociobiología*. Barcelona: Omega, 1980.
30. Alcorta C, Sosis R. Ritual, Emotion, and Sacred Symbols: The Evolution of Religion as an Adaptive Complex. *Human Nature* 2005;16:323-59.

D. Ezpeleta

Neuropsiquiatría

Servicio de Neurología
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Madrid

La neurología y la psiquiatría son especialidades convergentes. Las neurociencias están demostrando que los trastornos clásicamente psiquiátricos tienen una sólida base biológica y las manifestaciones psiquiátricas de los procesos focales y degenerativos neurológicos son cada día mejor conocidas. Las nuevas generaciones de neurólogos deben ser competentes en los trastornos del humor, los afectos, el pensamiento y la conducta más frecuentes, sea su origen neurológico o primariamente psiquiátrico.

Palabras clave:
Neurología. Psiquiatría. Neuropsiquiatría. Neurociencia.

Neurol Supl 2009;5(1):28-31

Neuropsychiatry

Both neurology and psychiatry are convergent specialties. Neurosciences are showing us that the classicaly know psychiatric disorders have a solid biological basis, and that psychiatric clinical manifestations of focal and degenerative neurological processes are increasing-better known. New generations of neurologists should be competent in the most common affective, mood, thought and behaviour disorders, either neurological or primary psychiatric origin.

Key words:
Neurology. Psychiatry. Neuropsychiatry. Neuroscience.

Que un suplemento sobre nuevos campos de la neurología contenga un artículo titulado «Neuropsiquiatría» no deja de ser chocante. Obviamente, no se nos pide que revisemos los orígenes, desencuentros, convergencias, diver-

gencias, presente y futuro de la neurología y la psiquiatría, pues sobre eso ya hay bibliografía y este autor no quiere hablar de lo que desconoce¹⁻¹¹. Se trata, sin duda, de recordar a los neurólogos hasta dónde pueden y deben llegar sus intereses y competencias en relación con las enfermedades que alteran el humor, los afectos, el pensamiento y la conducta.

Con frecuencia, los neurólogos adolecemos de pragmatismo. Somos demasiado racionales y poco intuitivos, demasiado localizacionistas y poco holísticos, demasiado protocolarios y poco creativos y, en el peor de los casos, demasiado neurólogos y poco médicos. Además, como especialistas, tendemos a no apreciar las aportaciones de quienes no piensan como nosotros, aunque estudien, desde otros enfoques, el mismo órgano.

Pero en el pecado está la penitencia, y ahora que los avances en «neurociencia» toman y dan forma, se nos despierta el interés por todo aquello que pertenecía a la mente y al alma y que otros, tan abstractos, tan místicos, tan oníricos, tan teóricos, comenzaron estudiando con ayuda de lápiz, papel y paciencia, y ahora objetivan con las más avanzadas tecnologías de representación de la estructura y función del cerebro, la neurona y los genes que nos gobiernan.

Pues venga, admirémonos con los logros ajenos, hagamos acto de contrición, propósito de la enmienda y vayamos a una con quienes, en infinidad de aspectos, saben del cerebro mucho más que nosotros. Así lo dijimos en la Sociedad Española de Neurología al presentar esta ponencia: «El neurólogo es el que menos sabe del cerebro». ¿Provocación? No, no lo fue.

No se puede pretender, tras décadas de ninguno, apropiarse del sufijo «neuro» cuando han sido y son tantas las especialidades que han participado en esta empresa. Psicología, psiquiatría, neurología, neurocirugía, neuropatología, neurobiología, neurorradiología, neuroanatomía, neuroendocrinología, neurofarmacología y neurofisiología, clínicas o experimentales, entre muchas otras, amén de quimeras y vástagos más o menos necesarios, han contribuido a que la «ce-

Correspondencia:
David Ezpeleta
Servicio de Neurología
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Doctor Esquerdo, 46
28007 Madrid
Correo electrónico: neuroezpeleta@gmail.com

rebiología» —permítasenos el palabro— sea actualmente lo que es. Por ello, cuando se habla, por ejemplo, de neuropsicología, el sufijo neuro- debe provenir, en justicia, de la neurociencia más que de la neurología. Otra cosa bien distinta es que, conceptualmente, ambos términos puedan ser sinónimos y que la precisión léxica se haya sacrificado por motivos históricos y diplomáticos.

La vigente Orden SCO/528/2007, de 20 de febrero, que ha delineado el mejoramiento del programa formativo de la especialidad de neurología, y la define así: «La Neurología es la especialidad médica que estudia la estructura, función y desarrollo del sistema nervioso (central, periférico y autónomo) y muscular en estado normal y patológico, utilizando todas las técnicas clínicas e instrumentales de estudio, diagnóstico y tratamiento actualmente en uso o que puedan desarrollarse en el futuro. La Neurología se ocupa de forma integral de la asistencia médica al enfermo neurológico, de la docencia en todas las materias que afectan al sistema nervioso y de la investigación, tanto clínica como básica, dentro de su ámbito»¹². Un planteamiento tan amplio, si bien destaca los aspectos clínicos y prácticos de la especialidad, apenas deja retales a la neurociencia. Sólo la apostilla «desde su ámbito» parece acotar los anhelos de la neurología.

Hemos sugerido más arriba que neurociencia y neurología pueden ser sinónimos. Con el diccionario en la mano¹³, neurología significa, sencillamente, «estudio del sistema nervioso y de sus enfermedades», síntesis de la actual definición recogida en el BOE¹². El término neurociencia evoca lo cognitivo, conductual, fisiológico, evolutivo, biológico, supradisciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar, pero gramatical y esencialmente viene a significar lo mismo¹³. En nuestra opinión, la neurología lo abarca todo, y sería correcto hablar de neurología clínica o neurología¹², neurología quirúrgica o neurocirugía (fig. 1)¹⁴ y neurología psiquiátrica o psiquiatría. No es casual que el tratado de medicina interna de Harrison incluya los capítulos sobre trastornos psiquiátricos, alcoholismo y dependencias dentro de la sección «trastornos neurológicos»¹⁵.

Es muy poco probable que este asunto terminológico se resuelva algún día, sobre todo si se tiene en cuenta que el término neurociencia/neurociencias se usa con frecuencia a la ligera: desde la rotulación de consultas privadas hasta la definición de superdepartamentos hospitalarios que excluyen a la psiquiatría. Por el momento, dejemos a la neurociencia en su ubicuidad y a la neurología donde está, aunque sólo sea por el esfuerzo histórico y el respeto que merecen todas aquellas personas que, tan apasionadamente, han contribuido y contribuyen al conocimiento de la estructura y función del sistema nervioso sano y enfermo.

De la neurociencia a la fantaciencia hay un paso. Se ha puesto de moda introducir a la gente dentro de aparatos de neuroimagen funcional a sumar, rezar, decidir, mentir, escu-

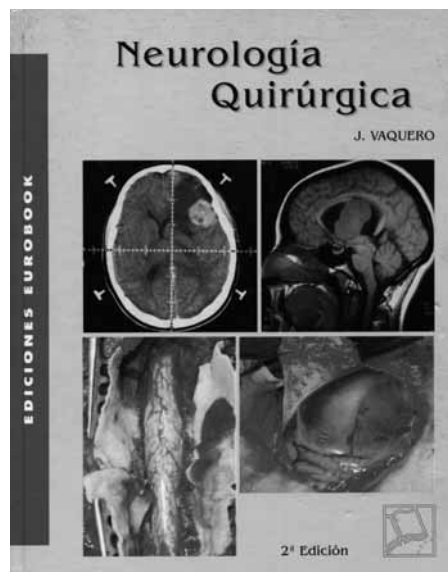


Figura 1 | Portada de la obra Neurología Quirúrgica¹⁴.

char música y amar, entre otros paradigmas, observándose qué áreas cerebrales se «activan» y cuáles se «desactivan». El resultado es un mapa de sombras chinescas en el que muchos parecen haber encontrado el origen de las matemáticas, el libre albedrío, la mentira, las pasiones, el final de la sinfonía inacabada de Franz Schubert e incluso a Dios. Puro localizacionismo decimonónico en pleno siglo XXI. Pero no hay por qué alarmarse. Los «misterios de la mente» tardarán en ser descubiertos, cuando esto ocurra la Humanidad no se pondrá de acuerdo y la incertidumbre seguirá moviendo científica y espiritualmente al Mundo.

El mejor modo de guardar el equilibrio en este terreno es el conocimiento. El neurólogo moderno será lo que quiera ser, pues campo de estudio no le va a faltar¹². Y entre tantos objetivos formativos del neurólogo, destaca uno: la psiquiatría o «neurología psiquiátrica», como provocativamente hemos propuesto. La Orden SCO/528/2007, de 20 de febrero¹², comenta al respecto textualmente lo siguiente: «... es indudable que el neurólogo de hoy debe estar incorporado dentro de un bloque mayor que son las neurociencias, más cercano a la psiquiatría como ocurre en otros países europeos o en Estados Unidos. Por ello, la comprensión de la psiquiatría, sin perder el carácter propio que tiene la neurología, debe estar presente en este programa especialmente, porque sin ella no parece fácil cumplir los objetivos de la formación en el ámbito de la investigación y en una parte importante de la neurología». Este renovado interés por la psiquiatría no es una declaración de intenciones. El documento también manifiesta, en relación con las rotaciones durante el primer año de residencia, que se dedicarán «2 meses a la formación en psiquiatría incluyendo guardias de esta especialidad», y propone unos ambiciosos objetivos competenciales (tabla 1).

Tabla 1

Objetivos específicos competenciales de los MIR-1 de Neurología en su rotación por psiquiatría

- Habilidad en la entrevista psiquiátrica
- Habilidad en la atención de los pacientes
- Habilidad en la atención a los familiares
- Habilidad en la solicitud e indicación de pruebas diagnósticas
- Habilidad en el diagnóstico de las enfermedades psiquiátricas y psicósomáticas más frecuentes
- Habilidad en el tratamiento de los síndromes psiquiátricos y psicósomáticos más frecuentes
- Habilidad en la solicitud responsable de consultas a otras especialidades
- Habilidad en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades psiquiátricas graves
- Habilidad en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades psiquiátricas urgentes
- Creación de pautas de comportamiento y aptitudes profesionales

Fuente: Orden SCO/528/2007, de 20 de febrero, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Neurología¹².

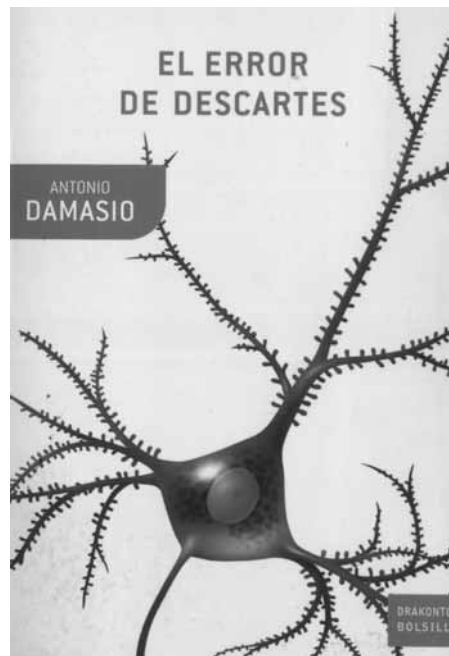


Figura 2 | Portada de la obra *El error de Descartes*, de Antonio Damasio¹⁷.

En nuestra experiencia, el interés que muestran los residentes noveles de psiquiatría por la neurología es mucho mayor que a la inversa. Sin duda, es una consecuencia directa de la progresiva interpretación biológica de las enfermedades «mentales». La esquizofrenia, los trastornos bipolares y los trastornos obsesivos-compulsivos son enfermedades «primariamente» más cerebrales que los ictus. Ahora bien, los psiquiatras nos recuerdan que tan peligrosa es una psiquiatría sin cerebro como una psiquiatría sin mente^{2,16} y nos subrayan la importancia de los paradigmas psicosocial y psicológico, factores patológicos que también pueden ser expresados desde una posición cerebralista, pues ¿dónde, si no, queda registrada la tragicomedia de la vida? Cuando el neurólogo interiorice estos apasionantes conceptos habrá renovado su interés por la psiquiatría.

Hemos dicho al comienzo que el objetivo de este trabajo es recordar a los neurólogos hasta dónde pueden y deben llegar sus intereses y competencias en relación con las enfermedades que alteran el humor, los afectos, el pensamiento y la conducta. Indudablemente, los continuos avances en campos como la imagen y la genética han conseguido que las enfermedades «mentales» se hagan visibles y nítidas a los ojos del neurólogo, aumentando su interés por ellas, pues también son de su competencia. Asimismo, el conocimiento de las bases neurológicas de la «mente» está aumentando la eficacia del reclamo. La dualidad cuerpo-mente ya no se sostiene (fig. 2)^{17,18}. Es bueno que el neurólogo lo sepa y profundice en ello, ya que el entendimiento de estos hasta no hace mucho oscuros ámbitos de lo humano debe traducirse, necesariamente, en la oportunidad de mejorar la atención de nuestros pacientes y la colaboración con otros profesionales.

De lo dicho hasta ahora no se infiere que el neurólogo deba ocuparse del diagnóstico y tratamiento de la esquizofrenia, de persuadir al deprimido que amenaza con quitarse la vida ni del trastorno obsesivo-compulsivo que precisa cirugía, pues para ello se necesita la especial encarnadura del psiquiatra y conocer su método. Lo que se pretende es que el neurólogo lea y aprenda, conozca y respete, aplique y alivie, dude y consulte.

El paradigma de proceso psiquiátrico que todo neurólogo debe conocer, reconocer y en lo posible tratar, es la depresión. No existe enfermedad clásicamente neurológica libre de complicarse con una depresión como una manifestación más del proceso neurológico, como una reacción al mismo o por ambos motivos. El reconocimiento de estos trastornos en los pacientes neurológicos es clave, sobre todo si se tiene en cuenta que la depresión puede agravarlos. Piénsese, por ejemplo, en los pacientes con cefalea crónica, los dementes y la capacidad de recuperación tras un ictus. Por otro lado, en determinados pacientes neurológicos (ictus, demencias) el diagnóstico de un síndrome depresivo puede ser muy complicado si no se piensa en él. Insomnio, confusión, continuos y aparentemente injustificados requerimientos de ayuda o el rechazo de la comida pueden ser las únicas manifestaciones de una depresión en los pacientes neurológicos con gran déficit. Quien no lo sepa, jamás les podrá diagnosticar y tratar correctamente.

Los porcentajes de pacientes neurológicos que pueden asociar un trastorno depresivo son altísimos. Aunque las se-

ries varían, las siguientes cifras son muy demostrativas: enfermedad de Parkinson, 25-40%; demencias, 10-50%; epilepsia, 30%; migraña, 10-30%; esclerosis múltiple, 25-50%; ictus, 40%. Además, la depresión puede ser el preludio de una demencia o un parkinsonismo, razón de más para prestarle atención, especialmente en los pacientes de más edad.

La formación de las nuevas generaciones de neurólogos debe contemplar el adiestramiento teórico y práctico en todas estas artes. En nuestro centro complementamos las actividades docentes propias de un servicio de neurología con sesiones «fronterizas», muchas de ellas de corte humanista. El siguiente listado corresponde a sesiones impartidas en el Servicio de Neurología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid durante los últimos meses de 2008: esquizofrenia, trastornos afectivos, neurobiología de las adicciones, depresión y enfermedades neurológicas, ensayo sobre la estupidez humana, talento y superdotación, genios, coleccionismo patológico, hipnosis, síndrome del «saliente de guardia» y síndrome del «recomendado», entre otras tantas. Nada de lo que tenga que ver con el cerebro nos es ajeno.

Una magnífica forma de estimular el interés de los neurólogos por las enfermedades puramente psiquiátricas y las manifestaciones psiquiátricas de las enfermedades neurológicas será el establecimiento de cursos de formación específicos, oficiales y periódicos. Si nos interesan enfermedades que jamás diagnosticaremos por su baja frecuencia, se entiende que debemos preocuparnos y ocuparnos de lo que, en mayor o menor grado, padece un tercio de nuestros pacientes.

En 1919, Ortega y Gasset, Lafora y Sacristán fundaron *Archivos de Neurobiología*, una revista de neurología, psiquiatría y disciplinas afines. Una comunicación presentada en la Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología de 2008 definió así sus objetivos: «propugnar una conciliación entre arte y técnica, cuerpo y mente, fenomenología y descripción con sus fundamentos neurobiológicos, genética y entorno»¹⁹. No se puede expresar mejor. Éste es el camino.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barcia D. Acerca del reencuentro entre la neurología y la psiquiatría. Reflexiones de un viejo neuropsiquiatra. *Rev Neurol* 2007;45:746-54.
2. Vallejo-Ruiloba J. Los vaivenes de la psiquiatría. *Rev Neurol* 2007; 45:706.
3. Bermejo-Pareja F. Psiquiatría y neurología: neurociencias clínicas. *Rev Neurol* 2007;45:705-6.
4. Vargas ML. Neurología frente a psiquiatría: un pseudoproblema. *Rev Neurol* 2008;46:384.
5. Detre T. The future of psychiatry. *Am J Psychiatry* 1987;144:621-5.
6. Michels R, Markowitz JC. The future of psychiatry. *J Med Philos* 1990;15:5-19.
7. Reynolds CF 3rd, Lewis DA, Detre T, Schatzberg AF, Kupfer DJ. The future of psychiatry as clinical neuroscience. *Acad Med* 2009;84:446-50.
8. Cunningham MG, Goldstein M, Katz D, O'Neil SQ, Joseph A, Price B. Coalescence of psychiatry, neurology, and neuropsychology: from theory to practice. *Harv Rev Psychiatry* 2006;14:127-40.
9. Lee TS, Ng BY, Lee WL. Neuropsychiatry—An emerging field. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:601-5.
10. Martin JB. The integration of neurology, psychiatry, and neuroscience in the 21st century. *Am J Psychiatry* 2002;159:695-704.
11. Yudofsky SC, Hales RE. Neuropsychiatry and the future of Psychiatry and Neurology. *Am J Psychiatry* 2002;159:1261-4.
12. Orden SCO/528/2007, de 20 de febrero, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Neurología. *Boletín Oficial del Estado* n.º 59, 9 de marzo de 2007, pp. 10298-306.
13. Diccionario de la Lengua Española, 22.ª ed. Real Academia Española. Madrid: Editorial Espasa Calpe, 2001.
14. Vaquero J. Neurología Quirúrgica, 2.ª ed. Madrid: Eurobook, 1995.
15. Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th ed. Part 16: Neurologic disorders. Section 2: Diseases of the Central Nervous System. Fauci AS, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J, editores. New York: McGraw-Hill, 2008.
16. Eisenberg L. Mindlessness and brainlessness in psychiatry. *Br J Psychiatry* 1986;148:497-508.
17. Damasio A. El error de Descartes. Barcelona: Crítica, 2006.
18. Zimmer C. Soul made flesh: the discovery of the brain and how it changed the world. New York: Free Press, 2004.
19. Llinàs-Servera J, Barceló-Rosselló A, García-Mas A, Hevia Moll R, Rossiñol Far A, Rossiñol Miralles B, et al. Joan Ignasi Valentí i Marroig. La aportación balear a la «generación de Archivos de Neurobiología». *Neurología* 2008;23:655.

La neurosociología es la ciencia que estudia las bases neurológicas que subyacen en los procesos sociales. En la última década esta ciencia ha evolucionado de forma exponencial debido fundamentalmente al desarrollo de las técnicas de neuroimagen funcional. Gracias a éstas se han realizado múltiples estudios que intentan responder a las dos preguntas fundamentales que se plantea esta ciencia: *a)* si existe una base neurológica para el comportamiento social, y *b)* si el comportamiento social del hombre modifica su función neurológica. La mayor parte de los estudios responden a la primera pregunta localizando como zonas fundamentales del comportamiento social del hombre la amígdala y la corteza prefrontal, aunque existen otras zonas implicadas. La neurosociología es una ciencia que se enfrenta con un futuro prometedor que podrá permitir responder a múltiples cuestiones y comprender mejor al hombre como ser individual y social.

Palabras clave:
Neurosociología. Amígdala. Corteza prefrontal. Neuroimagen funcional.

Neurol Supl 2009;5(1):32-35

Social Neurosciences

Social Neurosciences are the sciences that study the neurological basis underlying social processes. In the last decade social neurosciences have been evolving exponentially mainly because of the development of functional neuroimaging techniques. Thanks to these techniques, several studies have been made in order to answer the two main questions that this science has proposed: *a)* Is there a neurological basis for the human social behavior? and *b)* Does social behavior of man modify his/her neurological func-

tion? Most of the studies answer the first question, stating that the fundamental areas of social behavior in man are the amygdala and prefrontal cortex. Social neurosciences is a science having a very promising future that could lead to the answer of many questions and help gain better understanding of man as an individual and a social being.

Key words:
Social Neurosciences. Amygdala. Prefrontal cortex. Functional neuro-image techniques.

INTRODUCCIÓN

La sociología es el estudio de las relaciones humanas y sus consecuencias. El hombre es un ser eminentemente social. Gracias a esta capacidad social, el hombre mejora su supervivencia. La interacción social es, por tanto, una parte fundamental del ser humano. Existe un gran interés por comprender las bases que condicionan al hombre como ser social.

En este sentido, durante los últimos años, los científicos han colaborado para intentar comprender cómo funciona la mente, produciéndose un incremento espectacular de la comprensión de aspectos fundamentales, tales como la percepción, la atención o la memoria. Sin embargo, los aspectos sociales de la mente, tales como la atracción, el altruismo, la agresión, la afiliación y el apego, se comprenden mucho peor.

Se define la neurosociología o neurociencia social como el estudio de las bases neurológicas que subyacen en los procesos sociológicos¹.

El concepto de neurosociología es un concepto amplio que se correlaciona de forma directa con otras disciplinas de las que se trata en este mismo número: la neuroeconomía, el neuromarketing, la neuropolítica, la neuropsicología, etc. Este concepto incluye estudios relacionados con el conocimiento social, la motivación, la emoción interpersonal y los procesos de grupo, así como la influencia social en la salud y la mortalidad.

Correspondencia:
Lucía Galán Dávila
Servicio de Neurología
Hospital Clínico San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n
28040 Madrid
Correo electrónico: lgaland@yahoo.com

A pesar del gran interés que siempre ha despertado la neurosociología, sólo en las últimas dos décadas se ha producido un desarrollo apreciable de esta ciencia².

HERRAMIENTAS QUE HAN PERMITIDO EL DESARROLLO DE LA NEUROSOCIOLOGÍA

El reciente avance de la neurosociología se ha debido fundamentalmente al gran desarrollo de las herramientas de investigación en esta área, principalmente de las técnicas de neuroimagen funcional.

Durante la mayor parte del siglo pasado, los métodos para intentar elucidar las cuestiones en la neurosociología pasaban por diseñar experimentos en los que se medía la respuesta verbal, el juicio y el tiempo de reacción. Sin embargo, lo que estos métodos podían revelar de los procesos sociales era muy limitado. Mientras la medida del tiempo de reacción puede proporcionar información sobre diferencias en el tiempo necesario para realizar determinadas operaciones mentales, las imágenes de la actividad cerebral, metabólicas o electrofisiológicas, pueden proporcionar información en cada momento sobre cuándo y dónde se produce la cognición social en el cerebro.

En cuanto a las técnicas de imagen, la que más se ha utilizado es la resonancia magnética funcional, aunque también se han usado otras como la tomografía por emisión de positrones y la magnetoencefalografía^{3,4}.

Estas herramientas se han utilizado en diferentes modelos que incluyen: pacientes, personas sanas bajo diferentes situaciones experimentales, animales (fundamentalmente primates, pero también modelos *knock out*)^{5,6} e incluso modelos matemáticos⁷.

El desarrollo de las técnicas de neuroimagen ha posibilitado la realización de muchos y muy interesantes experimentos. Sin embargo, algunas de las conclusiones extraídas de ellos pueden no ser del todo exactas. Algunos autores se han cuestionado la necesidad de diseñar cuidadosamente los estudios con técnicas de imagen funcional para que se puedan tomar en cuenta sus conclusiones⁸.

PREGUNTAS FUNDAMENTALES DE LA NEUROSOCIOLOGÍA

La mayoría de los estudios en neurosociología responden a dos preguntas:

- a) ¿Existe una base neurológica para el comportamiento social del hombre?
- b) ¿Modifica el comportamiento social del hombre alguna o algunas de las funciones neurológicas?

El cerebro como responsable del comportamiento social

Existen múltiples estudios que intentan delimitar cuáles son las zonas del cerebro implicadas en los diferentes comportamientos sociales del hombre. Una de las formas de responder a esta cuestión es buscar si las entidades, los procesos y las representaciones sociales tienen un *locus* neural definible. Existen dos estrategias complementarias para esa búsqueda: examinar las funciones de un determinado *locus* para determinar si sólo se utilizan en el procesamiento de la información social, o bien elegir un determinado proceso social y examinar los diferentes modos en que ese proceso se ejecuta.

La mayor parte de los estudios, de una forma algo esquemática, relacionan a la amígdala con los procesos de juicio y evaluación social y a la corteza prefrontal con la atribución del estado mental y la regulación de la percepción y la experiencia⁹. El surco temporal superior podría también estar implicado en el procesamiento del comportamiento de los otros.

Los estudios que relacionan la amígdala con los procesos de juicio y evaluación social son muy antiguos y preceden incluso a la neuroimagen funcional. De hecho, ya en 1969 Dicks, Myers y Kling¹⁰ realizaron un experimento en el que practicaban a algunos monos escogidos al azar una amigdalectomía bilateral, encontrando que, cuando eran devueltos al grupo, estos monos eran ignorados por los otros individuos. Un estudio posterior¹¹ determinó que estos monos experimentaban un aumento del número de interacciones sociales, interpretándose por consiguiente que las lesiones de la amígdala provocaban en ellos que los otros individuos no se vieran como potencialmente peligrosos y el contexto social pareciera más seguro de lo que realmente era. Así, la amígdala parece desempeñar un importante papel en el procesamiento de las amenazas sociales.

La importancia de la corteza prefrontal en el comportamiento social se describe fundamentalmente gracias al estudio de aquellas personas que han sufrido lesiones que han dañado estas áreas. El caso más conocido es el del operario Phineas Gage, al que, en el contexto de un accidente en la construcción del ferrocarril, una barra de hierro perforó el cráneo a través de la mejilla, dañándole la zona orbitofrontal y ventromedial de la corteza¹². Hay que resaltar que, en este caso, no se produjo merma de la inteligencia, aunque sí una alteración notable del comportamiento social, hasta el punto de ser definido como: «Gage no volvió a ser Gage».

Otras zonas también se han podido relacionar con la cognición social. El uso de la resonancia magnética funcional (RMf) ha puesto de manifiesto igualmente el importante papel del giro fusiforme en el procesamiento de las caras humanas. De hecho, estudiando pacientes con lesiones cerebrales, Damasio determinó la importancia de la corteza frontal (ventromedial

prefrontal y orbitofrontal), la amígdala y la corteza somatosensitiva en la percepción, la cognición social y la toma de decisiones¹³. Incluso existen estudios que relacionan el surco intraparietal con la representación del estatus social¹⁴.

Existe mucha discusión sobre si todos los *loci* relacionados anteriormente son o no específicos del procesamiento de la información social o de informaciones más genéricas, al igual que existe discusión sobre la contribución específica de los diferentes *loci* a la cognición social^{15,16}. En este sentido, el reciente descubrimiento de las neuronas en espejo en los primates hace que debamos ser cautos al asignar funciones específicas a determinadas estructuras.

Las neuronas en espejo están localizadas en la corteza ventral premotora de los monos y se activan cuando el mono hace una acción u observa u oye a otro individuo realizar la misma acción¹⁷. Estas funciones podrían estar representadas también en la corteza frontal premotora de los humanos¹⁸ e incluso formar parte de una red más amplia que incluya el lóbulo parietal inferior, el surco parietal superior y el sistema límbico, que conseguiría unir percepciones del ambiente con representaciones internas sensitivomotoras.

Existen varios estudios que han determinado que los sistemas que procesan la información social y la información no social son diferentes. De hecho, la carga de información sensitiva física que recibe el cerebro es mucho menor en cuanto a cantidad y complejidad que la información social, proveniente de otros individuos, grupos y culturas. Por ello, hay quien opina que la información relacionada con la cognición social no se procesa como una información objetiva sino como una información relacionada con el autointerés y los procesos de autoprotección¹⁹.

Así, frente al exceso de información, se cree que el ser humano intenta buscar evidencias que confirmen lo que ya cree. Éste y otros sesgos con que se procesa la información social son espontáneos, de forma que no requieren ningún esfuerzo cognitivo, y son ubicuos, de modo que suponen un proceso normativo. Representan propiedades emergentes de la forma de operar del cerebro humano modificado por los éxitos y fracasos adaptativos y reproductivos¹⁹.

Igualmente, existen estudios que han conseguido demostrar la existencia de sistemas biológicos separados para la percepción del movimiento «biológico» y «no biológico», y de cómo el movimiento biológico puede provocar imitación y empatía²⁰.

Otros trabajos apoyan que, aunque existe una base biológica para la cognición social, aquélla no está fijada de forma inmutable por el genotipo del individuo. A pesar de lo cual, la mayoría de los autores ya no se preguntan si existe una base neurológica para el comportamiento social del hombre, sino dónde se encuentra y cómo funciona.

El comportamiento social como factor que modifica las diversas funciones neurológicas

En cuanto a la segunda pregunta, si modifica el comportamiento social del hombre alguna o algunas de las funciones neurológicas, hay muchos menos estudios a este respecto, algunos de ellos muy interesantes.

Así, destacamos el estudio realizado por Morgan et al.²¹, en el que, usando la tomografía por emisión de positrones (TEP), estudiaron el cerebro de 20 monos enjaulados, de forma individual y de forma social. Cuando los monos estaban enjaulados individualmente no había diferencias entre ellos, pero cuando se enjaulaban de forma social la cantidad o disponibilidad de receptores de dopamina D2 aumentaba en los monos dominantes, mientras que no había cambios en los monos subordinados. Estos cambios biológicos condicionaban alteraciones en el comportamiento, verificadas por el hecho de que los monos subordinados mostraban una notable adicción a la cocaína, si ésta se dejaba a su alcance, pero no así los dominantes.

DISCUSIÓN

La neurosociología es una ciencia encargada del estudio de las bases neurológicas del comportamiento social. En los últimos años, gracias al importante desarrollo de las técnicas de neuroimagen funcional, se ha conseguido diseñar una gran cantidad de estudios que han permitido aumentar el conocimiento sobre esta ciencia.

Dichos estudios han permitido identificar zonas y circuitos con importantes implicaciones en las principales funciones sociales del hombre. De igual manera, se ha estudiado cómo el comportamiento social del hombre modifica su función neurológica.

Esta importante evolución de los estudios en neurosociología ha permitido avances fundamentales en la comprensión de esta ciencia, aunque algunos autores han dado la voz de alarma sobre la necesidad de extremar las precauciones al interpretar los resultados de tales estudios.

Uno de los principales riesgos de la neurosociología es que se convierta en una nueva frenología, intentando determinar de forma inequívoca el comportamiento social al que están abocados los individuos, según la diferente actividad de unas u otras áreas cerebrales.

Por otro lado, la neurosociología nos abre un gran abanico de posibilidades, no sólo para un mayor conocimiento del hombre y de sus funciones sociales, sino también para eventualmente encontrar un tratamiento médico para las patologías sociales o para explorar tratamientos sociales que mejoren la salud del individuo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Decety J, Keenan JP. Social Neuroscience: a new journal. *Soc Neurosci* 2006;1:1-4.
2. Ochsner KN, Lieberman MD. The emergence of social cognitive neuroscience. *Am Psychol* 2001;56:717-34.
3. Hari R, Kujala MV. Brain basis of human social interaction: from concepts to brain imaging. *Physiol Rev* 2009;89:453-79.
4. George N, Conty L. Facing the gaze of others. *Neurophysiol Clin* 2008;38:197-207.
5. Green AE, Munafo MR, DeYoung CG, Fossella JA, Fan J, Gray JR. Using genetic data in cognitive neuroscience: from growing pains to genuine insights. *Nat Rev Neurosci* 2008;9:710-20.
6. Wu LJ, Kim SS, Li X, Zhang F, Zhuo M. Sexual attraction enhances glutamate transmission in mammalian anterior cingulate cortex. *Mol Brain* 2009;2:9.
7. Smart RL, Leary MR. Reactions to discrimination, stigmatization, ostracism, and other forms of interpersonal rejection: a multi-motive model. *Psychol Rev* 2009;116:365-83.
8. Savoy RL. Experimental design in brain activation MRI: cautionary tales. *Brain Res Bull* 2005;67:361-7.
9. Ochsner KN. Current directions in social cognitive neuroscience. *Curr Opin Neurobiol* 2004;14:254-8.
10. Dicks D, Myers RE, Kling A. Uncus and Amygdala Lesions: Effects on Social Behavior in the Free-Ranging Rhesus Monkey. *Science* 1969;165:69-71.
11. Amaral DG. The amygdala, social behavior, and danger detection. *Ann N Y Acad Sci* 2003;1000:337-47.
12. Damasio H, Grabowski T, Frank R, Galaburda AM, Damasio AR. The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science* 1994;264:1102-5.
13. Adolphs R, Tranel D, Damasio H, Damasio A. Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature* 1994;372:669-72.
14. Chiao JY, Harada T, Oby ER, Li Z, Parrish T, Bridge DJ. Neural representations of social status hierarchy in human inferior parietal cortex. *Neuropsychologia* 2009;47:354-63.
15. Kanwisher N. Neuroscience. What's in a face? *Science* 2006;311:617-8.
16. Gauthier I, Tarr MJ. Unraveling mechanisms for expert object recognition: bridging brain activity and behavior. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 2002;28:431-46.
17. Cattaneo L, Rizzolatti G. The mirror neuron system. *Arch Neurol* 2009;66:557-60.
18. Oberman LM, Pineda JA, Ramachandran VS. The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2007;2:62-6.
19. Cacioppo JT, Semin GR, Berntson GG. Realism, instrumentalism, and scientific symbiosis: psychological theory as a search for truth and the discovery of solutions. *Am Psychol* 2004;59:214-23.
20. Kilner J, Hamilton AF, Blakemore SJ. Interference effect of observed human movement on action is due to velocity profile of biological motion. *Soc Neurosci* 2007;2:158-66.
21. Morgan D, Grant KA, Gage HD, Mach RH, Kaplan JR, Prioleau O, et al. Social dominance in monkeys: dopamine D2 receptors and cocaine self-administration. *Nat Neurosci* 2002;5:169-74.

D. A. Pérez-Martínez

Neuroantropología: una visión desde la Neurología

Sección de Neurología
Hospital Infanta Cristina
Parla (Madrid)

La antropología es la ciencia que estudia al hombre en el seno de la cultura y de los productos de la misma. La neuroantropología estudia de forma más específica la evolución del sistema nervioso en los primates y la influencia de la cultura. La neurología clásica ha mostrado poco interés sobre los aspectos culturales y sobre las bases evolutivas del sistema nervioso. Sin embargo, este tipo de información es importante a la hora de interpretar la semiología de las lesiones cerebrales que presentan los pacientes neurológicos, así como interpretar en un contexto cultural la enfermedad neurológica. Esta revisión sólo pretende presentar algunos datos sobre el campo de la neuroantropología con el fin de enriquecer el contexto de actuación del neurólogo clínico.

Palabras clave:
Antropología cultural. Neuroantropología. Evolución del sistema nervioso. Primates. Meme. Memética.

Neurol Supl 2009;5(1):36-39

Neuroanthropology: a view from Neurology

Anthropology is the science that studies mankind within the culture and its products. Neuroanthropology more specifically studies the evolution of the nervous system in primates and the influence of culture. Classical neurology has shown little interest regarding cultural aspects and the evolutionary basis of the nervous system. However, this data is important when we interpret the semiology of brain injury in neurological patients and when interpreting neurological diseases within a cultural context. This review

presents some data on the field of neuroanthropology in order to enrich the context within which the clinical neurologist works.

Key words:
Cultural anthropology. Neuroanthropology. Evolution of nervous system. Primate. Meme. Memetics.

INTRODUCCIÓN

Entendemos como antropología una ciencia integradora que pretende estudiar al hombre de forma holística en el seno de la cultura a la que pertenece y como producto de la misma. Por lo tanto, la neuroantropología debería ser aquella disciplina que acerque el conocimiento del sistema nervioso a la interpretación de los fenómenos culturales que tienen lugar en el ser humano; sin embargo, es frecuente que esta área de conocimiento esté solapada con otras disciplinas como la neurosociología o el estudio de las bases biológicas de la conducta social del ser humano. Por lo tanto, la neuroantropología puede interpretarse de diversas maneras. Quizás la interpretación más popular es aquella área del conocimiento que estudia la evolución del sistema nervioso en los primates hasta la configuración actual en el *Homo sapiens*. Así, por un lado estudia la conducta compleja de los grandes primates actuales, por lo que podría considerarse una rama de la etología o estudio de la conducta animal; y por otro lado estudia los hallazgos encontrados en los restos fósiles de la cavidad craneana y su interpretación desde las neurociencias, por lo que podría considerarse una rama de la paleoantropología. Finalmente, existen otras interpretaciones diversas englobadas en el término de neuroantropología, desde una concepción cercana a la neurosociología, que será motivo de exposición en otros apartados de este suplemento, hasta el terreno de nuevas áreas de conocimiento como la memética, que será motivo de exposición más adelante.

Correspondencia:
David A. Pérez-Martínez
Sección de Neurología
Hospital Infanta Cristina
Av. 9 de junio, s/n
28981 Parla (Madrid)
Correo electrónico: daperezm@yahoo.com

DESARROLLO

La evolución del sistema nervioso en los primates

Este año 2009 se cumplen 200 años del nacimiento de Charles Darwin y 150 de la publicación de *El origen de las especies*, obra germinal que supuso el desarrollo de la teoría de la evolución de las especies. Es difícil valorar en su justa medida la influencia del darwinismo en la comprensión del ser humano y del desarrollo del sistema nervioso. Un hecho clave para entender cómo funciona nuestro sistema nervioso es intentar desentrañar la evolución que ha sufrido desde sus orígenes hasta el *Homo sapiens*. El sistema nervioso central de los primates ha sufrido unos cambios fundamentales para desembocar en el desarrollo actual en el ser humano^{2,3}. Es importante subrayar que los cambios en el sistema nervioso están mutuamente relacionados, probablemente debido a que sus causas fueron similares o estaban interrelacionadas.

Sistema visual

El sistema visual en la evolución de los primates sufrió diversos cambios que trajeron como consecuencia la presentación de una visión frontal tridimensional junto a una mejora en la agudeza visual. Todo ello aportó a nuestros ancestros una visión estereoscópica con gran profundidad de campo, lo que facilitaba tanto la detección de posibles presas como la alerta ante posibles predadores. El aporte de la visión cromática, elemento que podría parecer inicialmente banal, es de gran valor para los animales que se alimentan de frutas y bayas, facilitando la identificación de frutos maduros y alertando de las especies potencialmente venenosas. Todas estas ventajas visuales se potenciaron gracias al resto de desarrollos evolutivos; así, la bipedestación permitió una visión a mayor altura que la disponible por animales cuadrúpedos, por lo que potenciaría la visión de campo en profundidad. Asimismo, la conducta social elaborada sería favorecida con una rápida y eficaz identificación de las expresiones emocionales proporcionadas por los gestos faciales⁴. Desde el punto de vista neurológico, estos cambios deberían reflejarse en el desarrollo de ambos lóbulos occipitales así como en las regiones temporales implicadas en las vías de interpretación semántica (vía de qué) de los contenidos iconográficos, así como en las regiones parietales implicadas en las vías de interpretación espacial (vía del dónde)⁵. Es posible que nuestras capacidades visuales estén más en relación con estas regiones periféricas que en un desarrollo específico de las regiones occipitales encargadas del análisis inicial de la visión.

Bipedestación y verticalismo

Es posible que los primeros pasos en el desarrollo del verticalismo se iniciaran junto a la vida arbórea de nuestros an-

cestros con el fin de facilitar la visión frontal y la posibilidad de trepar a los árboles. Sin embargo, la marcha en bipedestación como tal no ocurrirá hasta más tarde. Este hecho de gran trascendencia evolutiva parece estar relacionado con cambios en el ecosistema, de tal manera que los grandes bosques pasaron a desaparecer, siendo sustituidos por extensiones de terreno con vegetación baja como las actuales sabanas africanas⁴. Estos cambios pudieron facilitar que nuestros ancestros sufrieran una selección positiva sobre aquellos primates con un sistema de equilibrio y marcha adecuada para la bipedestación. Aunque todo lo anterior no es más que una hipótesis de trabajo, la bipedestación aportó a nuestros ancestros la posibilidad de liberar las extremidades superiores y facilitar el desarrollo de la mano con pulgar prensil; base fundamental de la cultura basada en herramientas manufacturadas. Así mismo, la bipedestación mejoraba la marcha y la locomoción en distancias medias y largas facilitando la eficiencia energética. Además, como ya hemos podido destacar, una posición más elevada facilita el empleo de la visión frontal y de campo, detectando las posibles presas en campo abierto. Tampoco es descabellado pensar que la bipedestación y la liberación de las extremidades superiores favorece la conducta social organizada, como la caza en grupo, al poder coordinarse con mayor facilidad. Desde el punto neurológico, deberíamos relacionar estos cambios con un desarrollo de los sistemas centrales de equilibrio, posiblemente con un papel del cerebelo. Hay dudas sobre si nuestra especie ha sufrido un desarrollo específico de dicha estructura en relación con otros primates⁶⁻⁸, aunque hay que subrayar que la marcha y la bipedestación es una función enormemente compleja que engloba sistemas corticales y subcorticales. Posiblemente, simplificar este logro evolutivo sobre una única estructura cerebral puede ser una reducción errónea.

Conducta social y cultura

Quizás el elemento más representativo de los primates es la presencia de una conducta social elaborada y en muchos casos la existencia de una cultura propia que incluye el uso de herramientas, como se ha podido observar en chimpancés y orangutanes actuales⁴. En los primates de mayor tamaño se ha querido relacionar los inicios de la conducta social con la necesidad de cuidar y preservar a las crías durante largo tiempo debido a la indefensión que presentan durante sus primeros años de vida. También es importante destacar el desarrollo de grandes grupos de primates y la necesidad de interacción entre los mismos, así como el desarrollo de la caza en grupo. Independientemente de las presiones evolutivas que seleccionaron en nuestros ancestros el desarrollo de conductas sociales complejas, la consecuencia fue un gradual aumento de la complejidad de las interacciones sociales, así como el desarrollo de habilidades visuo-manuales aplicadas a la construcción de herramientas y artefactos tecnológicos. Desde el punto de vista neurológico es complejo determinar qué estructuras cerebrales se han potenciado o desarrollado junto a nuestra conducta social elaborada. Quizás un primer

acercamiento podría ser la relación del lóbulo frontal con las capacidades de planificación y ejecución de planes complejos⁹, pero el sistema límbico y la organización de la expresión y detección de las emociones en nuestros congéneres son de vital importancia a la hora de entablar relaciones sociales complejas^{10,11}. Sin habilidades de detección visual de emociones (lóbulo temporal y núcleo amigdalario) o de la posibilidad de expresarlas de forma verbal o no verbal (lóbulos parietal y porción dorsolateral frontal) no es posible una conducta social elaborada. Por lo tanto, es posible que estemos ante conductas que aparecen de forma emergente en nuestro cerebro implicando estructuras diversas.

Lenguaje y pensamiento simbólico

No es motivo de este trabajo presentar una relación, ni tan siquiera breve, de las posibles hipótesis que pudieron influir en el desarrollo de las capacidades verbales y por tanto del pensamiento simbólico. Es importante destacar que, aunque relacionadas, el pensamiento simbólico es posible sin lenguaje verbal tal como puede observarse en las personas sordomudas desde el nacimiento. Este y otros hallazgos dan pie a pensar que el inicio del lenguaje pudiera ser independiente del desarrollo de capacidades fonatorias especiales. Por otro lado, existe polémica sobre cuáles de nuestros ancestros pudieron tener capacidades de emitir lenguaje y qué grado de complejidad presentaban^{4,12}. Aunque se ha intentado deducir estas cualidades en relación a la presencia del patrón conocido como «torque», existen dudas razonables sobre la validez de estos hallazgos. El patrón «torque» se relaciona con la existencia de las petalias frontal derecha y occipital izquierda. O lo que es lo mismo, el lóbulo frontal derecho se extiende en la mayoría de los seres humanos medialmente sobre el lóbulo frontal izquierdo (petalia frontal), y en cambio el lóbulo occipital izquierdo se extiende medialmente sobre el lóbulo occipital derecho (petalia occipital). Este patrón peculiar sólo se encuentra en los seres humanos y en los ancestros de nuestro linaje desde el *Homo ergaster*, por lo que se ha pretendido relacionarlo con la existencia de cierta especialización hemisférica y, posiblemente, con la aparición del lenguaje verbal^{3,13}. Desde el punto de vista neurológico está clara la existencia de áreas especializadas en el lenguaje expresivo localizadas el lóbulo frontal izquierdo (conocida como área de Broca en el pie de la primera circunvolución frontal) y áreas especializadas en la comprensión del lenguaje localizadas en el lóbulo temporal izquierdo (conocida como área de Wernicke en la porción posterior de la primera circunvolución temporal). Sin embargo, estas áreas también han podido identificarse de forma análoga en primates superiores, por lo que existe polémica sobre su papel real en el desarrollo del lenguaje¹⁴.

MEMÉTICA Y NEUROLOGÍA

En 1976, el biólogo Richard Dawkins introdujo el término «meme» para referir una unidad teórica de transmisión

cultural humana de forma análoga a la transmisión de información genética mediante los genes¹⁵. El aspecto más elemental del meme estaría formado por una serie de instrucciones básicas para desarrollar una conducta determinada o establecer una idea específica. El meme residiría en nuestro cerebro y se propagaría mediante la imitación o la transmisión cultural verbal. De forma análoga a los genes, el meme se transmitiría con fidelidad entre individuos aunque dejando espacio a su variabilidad con el fin de que sólo los memes con éxito se preservasen a largo plazo en los cerebros en los que residan. Este último detalle es el que facilitaría la *evolución* del meme de forma similar a la que se produce con la información genética¹⁶.

La memética ha tenido éxito en ciertos ámbitos de trabajo relacionados con teorías de transmisión de información cultural, especialmente en aquellas basadas en el contexto evolucionista. Sin embargo, la memética ha sufrido duras críticas desde diversos ámbitos al sugerirse que en realidad podría tratarse de un artificio teórico sobre hallazgos del análisis cultural observado por la antropología cultural desde hace décadas, como pueden ser los rasgos culturales o las variedades interculturales¹⁷. Desde el punto de vista neurológico se ha pretendido aportar una base teórica para los memes en forma de redes neuronales. Esta base, establecida por Delius en los años noventa, establecía la presencia de «constelaciones de sinapsis neuronales activadas en algún lugar del cerebro»¹⁸. Aunque la descripción es ciertamente vaga, la idea es similar a la establecida en los engramas motores cerebrales que podrían sustentar la memoria a largo plazo, estos engramas se facilitarían mediante su activación repetitiva tal como clásicamente estableció Donald Hebb^{19,20}.

CONCLUSIONES

La neuroantropología pretende estudiar el sistema nervioso de los seres humanos desde el punto de vista de la influencia de la cultura y su evolución. Por lo tanto, estudia los cambios que ha presentado el sistema nervioso en la evolución filogenética de los primates. Aunque los restos fósiles sólo aportan datos indirectos sobre la evolución del sistema nervioso, la etología y la anatomía comparada con los grandes simios actuales nos aportan pistas sobre cómo ha podido evolucionar. Existen algunas funciones clave de nuestro cerebro que son la base de nuestro éxito como especie y nos proporcionan las características fundamentales de nuestra conducta. Nuestro desarrollado sistema visual se ha especializado en la visión estereoscópica gracias a la visión frontal y la buena agudeza visual, así como la visión de los colores. La marcha vertical gracias a la bipedestación favoreció el desarrollo de las extremidades superiores como elemento para la realización de herramientas y posiblemente iniciar los mecanismos de socialización compleja. Son precisamente estas características, una vida social compleja y el desarrollo del lenguaje y del pensamiento simbólico, elementos clave del ser humano que necesitan ser explicados gracias a nuestro de-

sarrollo encefálico. Finalmente, el autor ha querido introducir el concepto de la memética y los memes como elemento de trabajo y discusión en el terreno de la neuroantropología.

Es importante subrayar que esta revisión no pretende hacer un resumen detallado de lo que engloba la neuroantropología, ni tan siquiera pretende indexar qué tipos de conocimientos se deberían incluir en el ámbito de su conocimiento. El autor tan sólo ha pretendido mostrar una visión paisajística de un ámbito de conocimiento que a menudo el neurólogo clínico desconoce o no está habituado a manejar. Sin embargo, este tipo de información enriquecerá la visión global que tenemos de los pacientes que sufren enfermedades neurológicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Darwin C, Russel Wallace A. La teoría de la evolución de las especies. Madrid: Editorial Crítica, 2006.
2. Martín-Loeches M, Casado P, Sel A. La evolución del cerebro en el género Homo: la neurobiología que nos hace diferentes. *Rev Neurol* 2008;46:731-41.
3. Martín-Loeches M. La mente del Homo sapiens. Madrid: Editorial Aguilar, 2008.
4. Mosterín J. La naturaleza humana. Madrid: Espasa Calpe, 2008.
5. Goodale MA, Milner AD, Jakobson LS, Carey DP. A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature* 1991;349:154-6.
6. Semendeferi K, Damasio H. The brain and its main anatomical subdivisions in living hominoids using magnetic resonance imaging. *J Hum Evol* 2000;38:317-32.
7. Semendeferi K, Lu A, Schenker N, Damasio H. Humans and great apes share a large frontal cortex. *Nat Neurosci* 2002;5:272-6.
8. Weaver AH. Reciprocal evolution of the cerebellum and neocortex in fossil humans. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005;102:3576-80.
9. Van den Bos W, Güroglu B. The role of the ventral medial prefrontal cortex in social decision making. *J Neurosci* 2009;29:7631-2.
10. Tucker DM, Luu P, Pribram KH. Social and emotional self-regulation. *Ann N Y Acad Sci* 1995;769:213-39.
11. Pérez-Martínez DA, Puente-Muñoz AI, Doménech J, Baztán JJ, Berbel-García A, Porta-Etessam J. Apraxia unilateral del cierre palpebral tras ictus isquémico: el papel del hemisferio derecho en la comunicación gestual emocional. *Rev Neurol* 2007;44:411-4.
12. Mosterín J. La cultura humana. Madrid: Espasa Calpe, 2009.
13. Leask SJ, Crow TJ. Word acquisition reflects lateralization of hand skill. *Trends Cogn Sci* 2001;5:513-16.
14. Gannon PJ, Holloway RL, Broadfield DC, Braun AR. Asymmetry of chimpanzee planum temporale: humanlike pattern of Wernicke's brain language area homolog. *Science* 1998;279:220-2.
15. Dawkins R. El gen egoísta: las bases biológicas de la conducta. Barcelona: Salvat, 2000.
16. Blackmore S. La máquina de memes. Barcelona: Paidós, 2000.
17. Blog Caracteres. «Crítica a los memes». En: <http://caracteres.wordpress.com/2008/03/07/criticas-a-los-memes>. Acceso el 31 de julio de 2009.
18. Delius J. Of mind memes and brain bugs, a natural history of culture. En: Koch WA, editor, *The Nature of Culture*. Bochum (Germany): Bochum Publications, 1989:26-79.
19. Hebb D. *The Organization of Behavior: A neuropsychological theory*. New York: Wiley, 1949.
20. Brown TH, Chapman PF, Kairiss EW, Keenan CL. Long-term synaptic potentiation. *Science* 1988;242:724-8.

Definimos neuroastronomía como la ciencia que estudia los cambios fisiológicos del sistema nervioso, así como el diferente perfil evolutivo de patologías neurológicas durante la ingravidez o por el contacto con noxas o agentes infecciosos desconocidos. Las afecciones que más frecuentemente se refieren son las que se relacionan con el sistema vestibular y comprenden ilusiones posturales y de movimiento y el conocido como *space motion sickness*. También existe un ortostatismo asociado a la adaptación del sistema nervioso autónomo a la redistribución de volumen en microgravedad. Otros fenómenos estudiados son las alteraciones en el sueño, la fenomenología visual y la lumbalgia.

Palabras clave:
Viajes espaciales. Cinetosis espacial. Sistema vestibular. Sistema nervioso autónomo. Trastornos del sueño.

Neurol Supl 2009;5(1):40-43

Neuro-Astronomy

We define Neuro-Astronomy as the science that describes the physiological adaptation of the nervous system and the different evolution profile of neurological diseases during exposure to microgravity or by contact with unknown space hygiene issues (radiation, toxicology, infections, etc). The most frequently reported presentations are those related with the vestibular system, mainly postural and movement illusions and Space Motion Sickness. Orthostatism associated to the autonomous nervous system adaptation to the redistribution of volume in microgravity also exists. Other phenomena studied are sleep disorders, visual symptoms and low back pain.

Key words:
Space travel. Space motion sickness. Vestibular system. Autonomous nervous system. Sleep-disorders.

Correspondencia:
Ángel Berbel García
Hospital Central de la Cruz Roja, San José y Santa Adela
Av. Reina Victoria, 22-26
28003 Madrid
Correo electrónico: angeldemcam@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Ya desde el principio de los tiempos la astronomía y el hombre han estado muy relacionados. Hasta mediados del siglo XX la astronomía ha estado al servicio del ser humano, y así solucionó los problemas inmediatos de las primeras civilizaciones: la necesidad de establecer con precisión las épocas adecuadas para sembrar y recoger las cosechas y celebraciones, así como la de orientarse en los desplazamientos y viajes. Los círculos de piedra le dieron ya al hombre del megalítico en Europa un calendario bastante seguro, requisito esencial para su asentamiento en comunidades organizadas agrícolas tras el último periodo glacial, unos 10.000 años a.C. Pero, aunque el hombre primitivo aprendió a servirse del firmamento para regular su vida, siguió adorando los astros, considerados como residencia o incluso como manifestación de poderosos dioses que lo controlaban todo¹.

El ansia del ser humano por aprender nos llevó a intentar conocer esos astros de manera más cercana y así se origina la carrera espacial. Ésta comenzó a finales de los años cincuenta en la época de la Guerra Fría entre las dos llamadas «superpotencias», con una orientación fundamentalmente militar.

La primera nave lanzada al espacio fue la *Sputnik 1* en 1957 y un año más tarde el primer animal que estuvo en órbita fue la perra *Laika*. El 1 de octubre de 1958, se crea la NASA (National Aeronautics and Space Administration). El primer hombre en orbitar alrededor de la Tierra fue Yuri Gagarin que estuvo 1 h y 48 min en el espacio en abril de 1961. Más tarde (agosto 1961), Gherman Titov fue el primero en referir síntomas neurológicos tras su viaje orbital (mareo, vómitos y desorientación que mejoraron inmovilizando la cabeza). Neal Armstrong fue el primer hombre en pisar la luna en julio de 1969².

Aunque existen diferentes conceptos de la palabra neuroastronomía, en el ámbito científico se define como los cambios fisiológicos-adaptativos o patológicos del sistema nervioso, así como la aparición o diferente perfil evolutivo de

enfermedades neurológicas en el seno de viajes espaciales u orbitales. Esta peculiaridad es debida a la estancia en microgravedad o bien por la presencia en el ambiente de noxas o agentes infecciosos diferentes a los tradicionales.

LA MISIÓN NEUROLAB

Los primeros viajes espaciales (proyectos Mercurio y Géminis) fueron de corta duración y no generaron problemas médicos significativos. Sin embargo, durante las misiones Apolo y especialmente Skylab aparecieron los primeros síntomas del llamado *space motion sickness* (SMS) o «cinetosis espacial»³.

Es previsible que en un futuro no muy lejano contemos con la capacidad tecnológica para realizar viajes tripulados a Marte. No obstante, cuando se plantean estos proyectos no sólo se debe tener en cuenta el aspecto de la viabilidad de los dispositivos, sino también si el cuerpo humano estará capacitado para su funcionamiento normal tras varios meses en microgravedad y la readaptación a una fuerza de la gravedad 1,3 veces mayor que la terrestre. De ambos factores dependerá el éxito de las misiones. Por otro lado también es lícito preguntarse: ¿Se podrá utilizar esta situación para mejorar nuestro conocimiento de las enfermedades neurológicas o para obtener terapias innovadoras?

Por ello y en relación con la década del cerebro en los años noventa nació el proyecto Neurolab⁴.

En 1993 desde la NASA se hizo un anuncio a la comunidad científica internacional para proponer estudios orientados al sistema nervioso que se pudieran realizar durante un viaje espacial. Fueron propuestos 175 de los que finalmente se eligieron 26, distribuidos en 8 equipos (4 con experimentación humana y 4 no humana). La misión se realizó en 1998 con la colaboración de científicos de EE.UU., Japón, Europa y Canadá.

El equipo de estudio del sistema nervioso autónomo (SNA) fijó sus objetivos en determinar los efectos de la microgravedad en el control del sistema cardiovascular, así como la adaptación del SNA tras retornar del espacio, para evitar la intolerancia ortostática. El grupo de estudio del sistema vestibular (SV) se centró en la interacción entre los sistemas vestibular y oculomotor responsables de la orientación en el espacio y el mantenimiento de la fijación a un objetivo visual. Se intentaría determinar cómo la microgravedad afecta al nistagmus optocinético y al seguimiento ocular, así como su modificación por aceleraciones lineal o centrífuga. Grupo de estudio de coordinación sensorio-motriz (SM): en la tierra la gravedad ofrece un sistema de información para autoorientación que influye en cómo reconocemos los objetos y en nuestras conductas motoras. Estas llamadas «pistas gravitacionales» incluyen los sistemas vestibular y visual, así como los receptores de presión en la piel, músculos y articulaciones. La pérdida de la gravedad causa alteración en la

percepción de objetos y su movimiento y se hace más dependiente de los estímulos visuales. Los experimentos planteados intentaban analizar la coordinación de la visión con la movilidad de la mano teniendo como objetivo evaluar la capacidad de alcanzar una serie de estímulos presentados (lanzamiento de bolas a diferentes velocidades) delante del astronauta en primer lugar, permitiendo seguir el movimiento de la mano y posteriormente eliminando esa información. El último grupo de estudio de experimentación humano se centró en analizar los trastornos del sueño que pueden influir en el estado de alerta y rendimiento cognitivo.

Respecto a la experimentación en animales de laboratorio se orientó al desarrollo del sistema vestibular y receptores sensoriales en fase embrionaria durante la microgravedad, así como la aparición de cambios anatómicos o fisiológicos en animales adultos debido a su plasticidad para adaptación a la nueva situación.

SISTEMA NEUROVESTIBULAR

El hombre, cuando sale de la órbita terrestre, se desplaza en un espacio tridimensional en el que se generan unas fuerzas inerciales para las que no tiene ningún conocimiento ni por herencia ni por experiencia⁵.

Los trastornos en la función vestibular de los astronautas pueden obedecer a diferentes orígenes: ya sea vibración intensa durante el lanzamiento, o aceleraciones de hasta 3 veces la fuerza de la gravedad y, finalmente, la estancia en microgravedad. Todos estos efectos físicos comportan una serie de cambios funcionales y estructurales que llevan a los síntomas de disfunción y finalmente a la adaptación a la nueva situación.

Los reflejos vestibuloespinales son importantes para mantener la postura erguida facilitando el tono extensor de los músculos antigravitatorios. La ausencia de la fuerza de la gravedad priva al sistema nervioso central (SNC) de importante información acerca de la posición en el espacio, fundamentalmente la enviada desde los receptores de presión de los pies y de los receptores de estiramiento de los músculos, quedando prácticamente restringida a la información visual recogida de la referencia entre las estructuras de la nave y las del propio cuerpo.

Esto genera en primer lugar una anomalía en la postura de los astronautas que adquieren una posición fetal, con la columna lumbar en flexión, pérdida de la curvatura tóraco-lumbar y flexión de todas las articulaciones, excepto las de los tobillos que permanecen en flexión plantar.

Por otro lado aparecen las ilusiones posturales y de movimiento.

Entre los ejemplos de ilusión postural tenemos la ilusión somatogravica o gravitoinercial; ocurre en pilotos durante

aterizajes o despegues pues se suma la aceleración de la gravedad con la aceleración del vehículo, generándose un vector resultante que hace pensar al piloto que está más inclinado de lo que está realmente, pudiendo generar accidentes por la tendencia a corregir la posición. También existe la ilusión de inversión, como se menciona más arriba: al no existir fuerza de gravedad, no existe arriba y abajo; si pasan de una nave a otra, o de un habitáculo a otro, pueden interpretar que se han dado la vuelta al perder las referencias visuales, permaneciendo en la misma posición.

Ilusiones de movimiento

La ausencia de gravedad hace desaparecer la orientación vertical. Independientemente de la posición dentro del habitáculo, el astronauta siempre tendrá la impresión de estar erguido, salvo que en la nave haya una aceleración centrípeta que genere una gravedad artificial. Sólo los movimientos a través de la nave generan una aceleración lineal. Parece ser que existe una adaptación del cerebro e interpreta todos los movimientos, incluidos los de rotación de la cabeza, como aceleración lineal y por ello puede haber ilusiones de movimiento, ya que la información visual no coincide con la del sistema neurovestibular (el giro da información visual de movimiento de rotación, pero los órganos vestibulares lo interpretan como lineal); este desajuste de informaciones es el que genera falsas ilusiones de movimiento. Un ejemplo bastante clarificador es el que ocurre cuando estamos en un vagón de metro en proceso de deceleración, a la vez que el tren de al lado va acelerando: tenemos la información visual de ir más rápido o de estar moviéndonos, pero nuestro vestíbulo dice que vamos despacio o estamos parados; ese desajuste entre informaciones es el que puede provocar la ilusión de movimiento.

Otra ilusión de movimiento se genera al hacer movimientos verticales: en lugar de interpretarse como movimiento propio tienen la sensación de que es el techo o el suelo el que se mueve hacia ellos.

Finalmente, y como síntoma vestibular más frecuente, ya que ocurre hasta en el 50% de los astronautas, está el *space motion sickness*. Los síntomas incluyen malestar, mareo, pérdida de apetito y somnolencia. A diferencia del *motion sickness* (que aparece en algunas personas durante los transportes en la tierra), no incluye síntomas autonómicos, como son sudoración, palidez y náuseas. Por el contrario, sí suele haber vómitos súbitos y breves⁶.

El comienzo ocurre de minutos a horas después de entrar en microgravedad y suele extenderse entre 48 y 72 h. Existen dos teorías sobre su origen: la primera, por cambios bioquímicos y biomecánicos que afectan a los receptores vestibulares, y otra, la teoría más aceptada, que es la del conflicto en las «informaciones sensoriales». Como consecuencia de la nueva situación se generan una serie de cambios en la cristalización de los otolitos, así como un aumento de las células en ce-

pillo y de las sinapsis en el circuito vestíbulo-cerebeloso, o bien cambios estructurales/citoesqueléticos en las células de Purkinje del cerebelo. Este nuevo procesamiento de la información sensorial compite con las de situaciones previamente aprendidas y entran en conflicto. Posteriormente el cerebro se adapta y elimina alguno de los impulsos sensoriales contradictorios con lo que desaparecen los síntomas. La pérdida de esas sinapsis ocurre tras 8 h de reentrada en gravedad⁷.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Los astronautas refieren clínica similar al ortostatismo tras su regreso a la tierra, a pesar de tener cifras normales de tensión arterial en bipedestación.

Como consecuencia de la ausencia de gravedad en órbita existe una redistribución de fluidos corporales hacia la parte cefálica, apareciendo edema palpebral, ingurgitación yugular, aumento de diuresis y disminución de volumen plasmático durante el vuelo; no obstante, la respuesta simpática a estos fenómenos es normal, lo que sugiere que no existe un mal funcionamiento del mismo⁸. Los síntomas de ortostatismo se explican por una pérdida de autorregulación del flujo cerebral más que por hipotensión sistémica. Aunque la TA se mantiene, la presión de perfusión cerebral no es capaz de adaptarse a los cambios. Algo similar a lo que ocurre en pacientes con patología vascular cerebral que ya han agotado toda su reserva hemodinámica. Se plantea la hipótesis de que la redistribución de los fluidos haga aumentar el grosor de las capas musculares de las arteriolas como respuesta al hiperflujo durante el vuelo y tras el regreso a la tierra disminuya la capacidad de autorregulación⁹.

SISTEMA NEUROMUSCULAR

La exposición a microgravedad genera atrofia muscular, fatiga y reducción de la fuerza máxima. Generalmente existe un empeoramiento progresivo durante los 3 primeros meses y luego se estabiliza.

La afectación muscular sigue un patrón temporal; en primer lugar se afectan aquellos músculos que nos mantienen erectos (antigravitatorios), como son el soleo, los paraespinales cortos y cuádriceps. La afectación de fibras tipo I lentas resistentes a fatiga se ve fundamentalmente en ratas, aunque en humanos parece que se afectan también las rápidas tipo II sean o no resistentes a la fatiga⁵.

La fisiopatología de estas alteraciones parece ser multifactorial: en primer lugar, la pérdida de la carga de la gravedad disminuye la transcripción de genes de actina y miosina y aumenta la de los implicados en el metabolismo muscular (enzimas glicolíticas). También existe un componente neuronal con disminución de descargas neuronales sobre el músculo y alteración en el circuito de la médula espinal tanto de interneuronas como de las propias motoneuronas¹⁰.

OTRAS ALTERACIONES

Trastornos del sueño

Existe una disminución total del tiempo de sueño, pero con una eficiencia similar. El 30% de los astronautas necesitan pastillas para dormir, pero su uso podría interferir en el nivel de alerta. Existen varias causas para estos trastornos, como pueden ser el ruido, la excitación y la intensidad de trabajo, así como la pérdida de patrón día-noche (hay que tener en cuenta que el sol se pone y aparece cada 90 min estando en órbita)¹¹.

Como compensación a esta pérdida de sueño al regreso a la Tierra hay un aumento en 4 veces la duración del REM. Por otro lado, existe una mejoría en el número de apneas en microgravedad que implica que los trastornos del sueño no son debidos a apnea del sueño (disminuye el índice apnea/hipopnea un 55%, sobre todo durante el sueño no REM –68% respecto a REM 30%–, así como *arousals* en EEG). El que la mejoría sea más notable durante la fase NREM implica que es debido al efecto de la gravedad y al colapso mecánico de las vías respiratorias¹¹.

Trastornos visuales

Fenomenológicamente son similares a fopsias de diferentes formas y tamaños y se mueven a lo largo del campo visual generalmente desde la periferia hacia el punto de fijación, habitualmente blancos y excepcionalmente de color (amarillo, verde pálido o azul). Posiblemente debidos a partículas cósmicas pesadas que impactan en la retina o también en nervio óptico o directamente en la corteza visual. La frecuencia varía, pero parece estar relacionada con flujos de radiación cósmica. No se acompaña de otras percepciones anormales olfativas, somatosensoriales o auditivas¹².

Lumbalgia

Referido como dolor sordo continuo. Debido a la ausencia de la gravedad, hay un aumento de talla de unos 7 cm en los primeros 10 días. Como consecuencia hay un estira-

miento de ligamentos espinal anterior y posterior y radicular, así como de los músculos paraespinales antigravitatorios. El conjunto de estas adaptaciones se postula como causa del dolor⁷.

CONCLUSIONES

En un futuro cercano habrá misiones tripuladas a otros planetas, de larga duración. Los cambios fisiológicos y patológicos pueden condicionar el éxito de las mismas. El conocimiento de estas complicaciones y su prevención y manejo serán claves para ello. Si esas situaciones también pueden hacernos tener posibilidades de tratar patologías incurables es un misterio, y por el momento asunto de ciencia ficción. No obstante, hace poco más de un siglo Julio Verne hizo unas predicciones increíbles para su época que en su mayor parte ya se han cumplido. ¡Quién sabe dónde podremos llegar en un futuro cercano!

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.astromia.com/historia/astroantigua.htm>. Enero 2009.
2. <http://www.astromia.com/historia/vuelosviajes.htm>. Enero 2009.
3. Johnston RS, Dietlein LF, editores. Biomedical Results from Skylab (NASA SP-377). Washington: US Gov. Print Off, 1977.
4. Homick JL, Delaney P, Rodda K. Overview of the Neurolab Space-lab Mission. Acta Astronáutica 1998;42:69-81.
5. Kalb R, Solomon D. Space exploration, Mars and the Nervous System. Arch Neurol 2007;64:485-90.
6. Angel A. The effects of space travel on the Nervous System. J British Interplanetary Society 1989;42:367-70.
7. Jaffee MS. The Neurology of aviation, underwater and Space environments. Neurol Clin 2005;23:541-52.
8. Ertl CA, Diedrich A, Biaggioni I, Levine BD, Robertson RM, Cox JF, et al. Human muscle sympathetic nerve activity and plasma noradrenaline kinetics in space. J Physiology 2002;538:321-9.
9. Zuckerman JH, James A. Human cerebral autoregulation before, during and after spaceflight. J Physiol 2007;579:799-810.
10. Vanderburgh H. Space travel directly induces skeletal muscle atrophy. FASEB J 1999;13:1031-8.
11. Elliot RA. Microgravity Reduces Sleep-disordered Breathing in Humans. Am J Respir Crit Care Med 2001;164:478-85.
12. Sannita WG. Positive visual phenomena in space: a scientific case and a safety issue in space travel. Vision Research 2006; 46:2159-65.

C. I. Gómez-Escalonilla Escobar¹
M. J. Giménez Torres²

Neurociencias y derecho

¹ Sección de Neurología
Hospital Universitario Príncipe de Asturias
Alcalá de Henares (Madrid)

² Centro de Salud «El Restón»
Valdemoro (Madrid)

Las neurociencias son quizá las disciplinas médicas que más pueden influir en las decisiones tomadas en el ámbito judicial, puesto que van a ayudar a dilucidar de una manera decisiva si una persona es responsable de los actos que se le imputan. Los supuestos más complicados en este aspecto serían las alteraciones conductuales y, dentro de ellos, la psicopatía. Las neurociencias ayudan a distinguir si estas alteraciones son provocadas por procesos neurológicos o son simples tretas para lograr evadir la justicia, así como también podrían ayudar a determinar si las declaraciones de los sujetos implicados son ciertas.

Palabras clave:
Neurociencias. Derecho. Resonancia funcional. Psicopatía. Trastorno de la conducta.

Neurol Supl 2009;5(1):44-47

Neurosciences and law

Neurosciences may be the medical disciplines that have the most influence on the decisions made in the legal setting, since they can decisively determine if a person is responsible for the acts alleged against him/her. The most complicated suppositions in this aspect would be behavioral disorders, and within them, the psychopathy. Neurosciences help to distinguish whether these alterations are caused by neurological processes, or are simple tricks to escape from justice. They can also help to determine whether the statements of the subjects involved are true.

Keys words:
Neuroscience. Law. Functional Resonance. Psychopathy. Behavioral disorder.

Las neurociencias son quizá las disciplinas médicas que más pueden influir en las decisiones tomadas en el ámbito judicial, puesto que van a ayudar a dilucidar de una manera decisiva si una persona es responsable de los actos que se le imputan. Para considerar a una persona como responsable de un acto criminal, culpable e imputable, dependerá en gran medida de la capacidad que tenga para discernir sus actos, y para ello precisa tener un grado de madurez psíquica (funciones cognitivas) y tener así plena conciencia de sus actos. Por eso, las afecciones psíquicas y cognitivas duraderas o transitorias que afecten al individuo, generándole insuficiente inteligencia o voluntad, implicarán que el acto realizado en tal situación sea inválido.

Antes de proseguir sería necesario considerar los siguientes conceptos jurídicos¹:

- **Culpabilidad:** capacidad suficiente de actuar de manera reprochable. Sólo puede hacerse a aquellos individuos dotados de capacidad para orientar libremente sus actos de acuerdo con el conocimiento de la significación de éstos.
- **Imputabilidad:** capacidad de culpabilidad. Los actos realizados por una persona le son atribuibles como individuo normal de la mente, siendo el elemento básico la voluntariedad.
- **Responsabilidad:** voluntariedad para actuar libremente e inteligencia suficiente para conocer y discernir, así como capacidad para la obligación de sufrir las consecuencias penales.

Basándose en estos conceptos, para que un acto sea imputable, la persona deberá tener un estado de madurez física y psíquica mínimo y plena conciencia de los actos imputados, así como suficiente capacidad de voluntariedad y de libertad.

Una persona es considerada irresponsable e inimputable cuando padece un trastorno patológico que anula su voluntad e inteligencia o si presenta una anomalía, altera-

Correspondencia:
Carlos Ignacio Gómez-Escalonilla Escobar
Hospital Universitario Príncipe de Asturias
Ctra. Alcalá-Meco, s/n
28850 Alcalá de Henares (Madrid)
Correo electrónico: gomezec@yahoo.com

Tabla 1	Patologías neurológicas que afectan a la voluntad del paciente
	Trastornos de la vigilancia Estado de coma Estado vegetativo persistente Estado de mínima conciencia Trastornos de funciones cerebrales superiores Alteraciones de memoria Alteraciones del lenguaje Trastornos gnósicos Trastornos práxicos Fenómenos de negligencia Trastorno de conducta: trastornos de la personalidad, TOC, trastornos afectivos, alucinaciones y otros síntomas psicóticos, autismo y catatonia Síndromes topográficos cerebrales: lóbulo occipital y del cuerpo calloso Demencias Retraso mental Epilepsia

Tabla 2	Regiones cerebrales implicadas en la conducta
	Lóbulo frontal Orbitofrontal Cingulado anterior Ventrolateral y dorsomedial Lóbulo temporal Giro fusiforme y parahipocampal Amígdala Ínsula Áreas visuales de asociación

ción psíquica o se halle bajo los efectos de drogas que le impide comprender de ilicitud del hecho o actuar conforme a esta comprensión, o cuando la persona tenga alteraciones en la percepción desde el nacimiento o infancia y, por consiguiente, tenga alterada gravemente la conciencia de la realidad^{1,2} (tabla 1).

TRASTORNOS DE LA CONDUCTA

Los trastornos de la conducta son una de las patologías médicas que suscita más polémica a la hora de discernir si la persona es responsable de sus actos. En este aspecto las neurociencias pueden ser una herramienta de gran valía, puesto que con diversas exploraciones podemos diagnosticar esta patología e incluso cuantificar el grado de severidad y, por consiguiente, el grado de responsabilidad.

Lo primero que debemos conocer son las estructuras anatómicas implicadas en este aspecto tan complejo de la especie humana como es la conducta. En ella intervienen varias regiones cerebrales interconectadas entre sí y con un funcionamiento no del todo conocido^{3,4} (tabla 2).

Según diversos estudios clínicos, una lesión estructural o una disfunción en estas áreas cerebrales provocaría alteraciones de la conducta. Éstas pueden ser demostradas y clasificadas, mediante determinados test neuropsicológicos específicos, en trastornos de la personalidad, trastorno obsesivo-compulsivo, trastornos afectivos, alucinaciones y otros síntomas psicóticos, autismo y catatonia.

En los últimos años hemos asistido a un importante desarrollo de las técnicas de neuroimagen, apareciendo trabajos que intentan demostrar que la existencia de una lesión en determinadas regiones corticales, mediante resonancia convencional del alto campo o por resonancia funcional, implicarían una alteración conductual³. De tal forma que una lesión destructiva o una hipofunción en la corteza orbitofrontal o en el cingulado anterior facilitaría el desarrollo de conductas impulsivas, lo mismo que una lesión irritativa o hiperfunción en determinadas áreas del sistema límbico, como son la amígdala y la ínsula⁴.

Asimismo, se han realizado estudios en familiares de personas con trastorno de la conducta y se ha observado un aumento en la frecuencia de la misma en los familiares de primer grado, apoyando, por tanto, un posible factor de origen genético⁴.

Con todos estos datos, en el caso de una persona que ha cometido un acto punible y debe ser juzgado por ello, la presencia de una alteración conductual, referida como una enfermedad o proceso que disminuye la voluntariedad de los actos, podría ser tomada como atenuante o incluso como eximente². Como vemos, en estos casos las neurociencias podrían tener un importante campo de acción, pues podrían modificar de forma importante los veredictos judiciales.

LA PSICOPATÍA

La psicopatía probablemente sería el grado más severo de alteración conductual. El psicópata presenta alteraciones en las relaciones interpersonales, afectivas, conductuales, incluyendo la manipulación y el engaño, la grandiosidad, las emociones superficiales, la falta de empatía y remordimiento, un impulsivo e irresponsable estilo de vida y la persistente violación de las normas^{3,5}. Con estos datos estaríamos ante una persona con elevada propensión a cometer delitos^{4,6}, pero que, por el contrario, podría no ser culpable de los mismos desde el punto de vista jurídico, al tener alte-

rada de forma importante su capacidad de voluntariedad. La cuestión más importante es si podemos demostrar de forma objetiva y fiable que es secundario a una enfermedad cerebral y no se trata de una persona que puede «engañar» a los tests neuropsicológicos y conseguir así una menor condena por sus actos. En este aspecto, en los últimos años se han realizado estudios con resonancia donde se evidencia en estos sujetos una reducción de la corteza en las regiones frontopolar, orbitofrontal, temporal anterior e ínsula, y que la severidad de la psicopatía estaría relacionada con el grado de las alteraciones corticales de estas áreas^{3-5,7,8}. Estos estudios se han realizado principalmente en reclusos, por lo que las muestras están sesgadas y solamente serían válidas para los psicópatas no adaptados y agresivos. Posiblemente, grados menores de psicopatía podrían no evidenciar lesión estructural o disfunción alguna.

Por otro lado, diversos estudios de resonancia funcional intentan correlacionar los déficits emocionales con alteraciones en dicha prueba en las regiones orbitofrontal, cíngulo anterior, región amígdala-hipocampo y la ínsula; las alteraciones del comportamiento con la región orbitofrontal, cíngulo anterior, prefrontal dorsolateral y el giro temporal superior³. La tendencia a la mentira patológica con la región orbitofrontal, cíngulo anterior y prefrontal ventrolateral, pero sobre todo con un aumento de la sustancia blanca, posiblemente secundario a un aumento en la utilización de esas regiones corticales³. Los sujetos con personalidad antisocial presentan un procesamiento de imágenes y palabras agresivas de forma anormal, con disminución de la actividad de la región singular anterior y mayor activación de la amígdala; presentan, asimismo, una alteración en los tests neuropsicológicos que miden las funciones ejecutivas y el procesamiento verbal³.

Asimismo, existen diversos estudios epidemiológicos que apoyan la existencia de una base genética para la agresividad y la impulsividad, puesto que existe una correlación familiar en un 44-72% dependiendo de los estudios y estaría relacionado con los genes que intervienen en el metabolismo de las aminas sobre todo de la serotonina (síntesis, proteínas transportadoras, receptores, etc.), en la actividad de la MAO-A, de la COMT y de la triptófano hidrolasa^{4,9}.

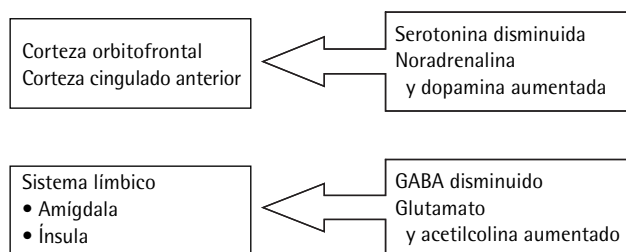


Figura 1 | Regiones corticales, neurotransmisores y agresividad.

Tabla 3 | Niveles de neuromoduladores y agresividad

Vasopresina	Niveles elevados → agresividad
Oxitocina	Su déficit facilita la hostilidad → agresividad
Opiáceos	Auto-agresividad
Testosterona	Niveles elevados → agresividad
Cortisol	Su déficit → agresividad
Colesterol	Su déficit → agresividad

A modo de resumen, la agresividad sería como consecuencia de una disminución de la actividad de la corteza orbitofrontal y el cíngulo anterior o bien asociada a una hiperactividad del sistema límbico. Además estarían otros neuromoduladores que actúan a distintos niveles y que condicionan la agresividad⁴ (fig. 1, tabla 3).

A pesar de toda esta base orgánica propia de cada individuo, existe un condicionamiento por el entorno (fundamentalmente el maltrato), sobre todo el ocurrido en la infancia y la adolescencia^{4,10}.

LA MENTIRA

Pero no solamente las neurociencias serían de inestimable ayuda en las situaciones referidas, sino también para tener la certeza de que el testimonio de una persona es cierto o es falso. En este aspecto se han intentado desarrollar múltiples tipos de detectores de mentiras¹¹, pues la agudeza para desenmascarar al mentiroso en el ser humano tiene un margen de error del 50%. Las tres técnicas más difundidas y desarrolladas serían el polígrafo, el análisis de la onda P300 y la neuroimagen funcional. Ninguna de ellas está validada de forma fiable, por lo que sus resultados no deberían ser determinantes en un juicio.

Polígrafo

Se basa en la idea de que, al mentir, se estimula el sistema nervioso autónomo como respuesta a la ansiedad generada con la mentira. Así, para determinar el grado de activación de dicho sistema y de manera indirecta del sistema límbico, se realiza un registro del pulso, presión arterial, respiración y sudoración^{11,12}. El problema surge cuando para la

persona, a pesar de estar diciendo la verdad, la situación supone un estrés importante, o en los casos de mentirosos patológicos o psicópatas que no tienen ninguna activación emocional ante la mentira.

Análisis de la onda P300

Se basa en el principio de que la exposición a un objeto conocido genera una onda distinta si el objeto es nuevo para la persona¹¹. Esta prueba ha sido utilizada recientemente como prueba en un juicio en la India. Pero adolece de un gran problema: solamente sitúa a la persona en la escena del delito, pero no atribuye culpabilidad.

Neuroimagen funcional

Técnica de reciente desarrollo que suscita un gran interés en este aspecto. Se basa en el principio de que la activación cortical es distinta cuando enunciamos una verdad o una mentira: fundamentalmente es mucho mayor al decir la mentira^{13,14}. Esto es debido a que se deben activar regiones corticales que inhiban a otras regiones cerebrales, se precisa crear una historia nueva y coherente. Todo ello supone un mayor gasto energético para el cerebro y posiblemente por eso decir la verdad es la condición basal del ser humano, de hecho no aparece en el humano hasta la edad de 4-5 años.

Los resultados preliminares de estos estudios indican que existe un mayor número de áreas corticales activadas, pero el hecho más relevante parece residir en la mayor activación de la región ventrolateral de la corteza prefrontal de predominio izquierdo. A pesar de estos prometedores resultados, esta técnica adolece de varios problemas¹¹: los estudios se han realizado sobre todo en personas voluntarias que tenían predestinada la respuesta a dar; pero, qué pasaría en los casos de alteración en la percepción donde no pueden discernir la realidad, en los psicópatas, mentirosos patológicos, en los casos que la respuesta fuera parcialmente cierta, en los casos de desconocimiento de la verdad, pero que ante la situación de no dar ninguna respuesta se elige una, o si finalmente dice la verdad aunque inicialmente consideraba la mentira.

A pesar de los grandes avances y el mayor número de estudios que se realizan en la actualidad, esta técnica no puede considerarse a día de hoy una herramienta fiable para diferenciar si una persona está mintiendo o no, y por consiguiente no debería ser una prueba irrefutable en un juicio¹¹.

CONCLUSIÓN

Como hemos visto, las neurociencias pueden ser determinantes en los veredictos judiciales gracias al constante desarrollo, sobre todo, de las técnicas de neuroimagen, para poder discernir si una persona padece de un trastorno neurológico que le hace irresponsable de sus actos y para poder saber si un testimonio es cierto o no.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tapiador Sanjuán MJ. Competencia e imputabilidad. *Neurología* 2004;19(Suppl. 4):37-42.
2. Eastman N, Campbell C. Neuroscience and legal determination of criminal responsibility. *Nat Rev Neuroscience* 2006;7:311-8.
3. Yang Y, Raine A. Functional neuroanatomy of psychopathy. *Psychiatry* 2008;7:133-6.
4. Siever LJ. Neurobiology of aggression and violence. *Am J Psychiatry* 2008;165:429-42.
5. Oliveira-Souza R, Hare RD, Bramati IE, Garrido GJ, Azevedo F, Tovar-Moll F, et al. Psychopathy as a disorder of the moral brain: fronto-temporo-limbic grey matter reductions demonstrated by voxel-based morphometry. *Neuroimage* 2008;40:1202-13.
6. Huchzermeier C, Brub E, Godt N, Aldenhoff J. Kiel psychotherapy project for violent offenders. Towards empirically based forensic psychotherapy-disturbance profiles and risk of recidivism among incarcerated offenders in a German prison. *J Clin Forensic Med* 2006;13:72-9.
7. Berlin HA, Rolls ET, Kischka U. Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain* 2004;127:1108-26.
8. Berlin HA, Rolls ET, Iversen SD. Borderline personality disorder, impulsivity and the orbitofrontal cortex. *Am J Psychiatry* 2005;162:2360-73.
9. Miczek KA, M. De Almeida RM, Kravitz EA, Rissman EF, de Boer SF, Raine A. Neurobiology of escalated aggression and violence. *J Neurosci* 2007;27:11803-6.
10. Husted DS, Myers WC, Lui Y. The limited role of neuroimaging in determining criminal liability: An overview and case report. *Forensic Sci Int* 2008;179:9-15.
11. Appelbaum PS. Law & Psychiatry: The new lie detectors: Neuroscience, deception, and the courts. *Psychiatr Serv* 2007;58:460-2.
12. Bell BG, Kircher JC, Bernhardt PC. New measures improve the accuracy of the direct-lie test when detecting deception using a mock crime. *Physiol Behav* 2008;94:331-40.
13. Spence SA, Kaylor-Hughes C, Farrow T, Wilkinson ID. Speaking of secrets and lies: The contribution of ventrolateral prefrontal cortex to vocal deception. *Neuroimage* 2008;40:1411-8.
14. Mohamed FB, Faro SH, Gordon NJ, Platek SM, Ahmad H, Williams JM. Brain mapping of deception and truth telling about and ecologically valid situation: Functional MR imaging and polygraph investigation: initial experience. *Radiology* 2006;238:679-88.

T. Moreno Ramos

Neuroestética o el entendimiento de la belleza

Servicio de Neurología
Hospital Doce de Octubre
Madrid

La estética es una disciplina filosófica que se dedica al entendimiento de la naturaleza de la belleza y cómo el ser humano interpreta los estímulos sensoriales que recibe del mundo circundante.

Es necesario entender el procesamiento visual, ya que es el cerebro a través del cual todo arte es creado, ejecutado y apreciado.

Este artículo pretende ofrecer una explicación a la interacción del sistema nervioso con la pintura y el arte. Esta interacción actúa en los dos sentidos; primero trataremos sobre los problemas de la belleza y qué partes del cerebro están implicadas; en segundo lugar hablaremos de cómo varias condiciones afectan a la expresión artística.

Palabras clave:
Arte. Estética. Expresión artística

Neurol Supl 2009;5(1):48-50

Neuroesthetics or the understanding of beauty

Esthetics is a philosophical doctrine that aims to understand the nature of beauty and how the human being interprets the sensory stimulus perceived from the surrounding world.

The visual processing must be understood, because all art is created, performed and appreciated through the brain.

This article aims to offer an explanation of the nervous system interaction with painting and art. This interaction acts in two ways: first, we will deal with the problems of beauty and which areas of the brain are involved and second, we will speak about how several conditions affect artistic expression.

Key words:
Art. Esthetics. Artistic expression.

Correspondencia:
Teresa Moreno Ramos
Servicio de Neurología
Avda. de Córdoba, s/n
28041 Madrid
Correo electrónico: tmorenramos@yahoo.es

La estética es una disciplina filosófica que se dedica al entendimiento de la naturaleza de la belleza y cómo el ser humano interpreta los estímulos sensoriales que recibe del mundo circundante. El arte es la actividad o producto en el que el ser humano expresa esta belleza, o ideas y emociones, a través de diversos recursos, como los plásticos, lingüísticos, sonoros o mixtos.

Nunca se ha podido explicar muy bien qué es la belleza y, por tanto, el arte. Esta ausencia de explicación es porque hasta ahora no se ha intentado abordar el problema desde la raíz. El comienzo del arte está en el cerebro; y no sólo el comienzo, sino el camino y el final. Es necesario entender el procesamiento visual, ya que es el cerebro a través del cual todo arte es creado, ejecutado y apreciado.

Por todos estos motivos, los artistas nos enseñan a los neurólogos cómo funciona el cerebro visual. Paul Klee tenía razón cuando dijo: «El arte no representa el mundo visual, sino que hace las cosas visibles».

Este artículo pretende ofrecer una explicación a la interacción del sistema nervioso con la pintura y el arte. Esta interacción actúa en los dos sentidos; primero trataremos sobre los problemas de la belleza y qué partes del cerebro están implicadas; en segundo lugar hablaremos de cómo varias condiciones afectan a la expresión artística.

BELLEZA Y ARTE

Como se describe anteriormente, la primera parte del artículo tratará sobre cómo entendemos la belleza y el arte y qué partes del cerebro están implicadas.

El arte consiste en transmitir emociones, conceptos e ideas sin la utilización de palabras habladas o escritas. El artista, intencionada o inintencionadamente, es conocedor de las vías aferentes sensoriales a la corteza cerebral del espectador de su arte, para conseguir transmitir su mensaje sin palabras.

Para entender cómo funciona «la belleza» es fundamental el conocimiento de cómo se procesa la información que le llega al cerebro, y entender cómo funcionan los centros de integración de distintos tipos de información. La belleza de un objeto puede que no sea universal, pero la base neural para apreciar la belleza probablemente lo sea.

Éste ha sido un concepto que se ha intentado explicar desde hace siglos, y desde hace tiempo ya se intuye que es una actividad cognitiva, por lo cual se aboca a la búsqueda de las bases neuronales de la creatividad y la receptividad del hecho artístico.

Todavía no se ha llegado a conocer en profundidad cómo un único estímulo, como puede ser un cuadro, puede desencadenar diferentes emociones. Tampoco está claro cómo influyen los conocimientos previos en estos reflejos. ¿Influye la formación artística en «cómo vemos» el arte? ¿Y el nivel intelectual? ¿Y el cultural? En el estudio del «cerebro visual» surgen otras múltiples preguntas como si vemos los hombres y las mujeres igual el arte, o los adultos y los niños...

Con ayuda de la resonancia magnética funcional (RMF) se ha evaluado cómo se procesa la información visual y qué áreas del cerebro se activan frente a estímulos «bellos».

Como se puede comprender, surgen múltiples problemas a la hora de realizar estos estudios. Desde el sesgo de solicitar a una persona que «levante una mano» cuando vea alguna imagen «bella», y se activen áreas relacionadas con el movimiento «levantar mano», además de las relacionadas con el procesamiento visual; hasta el sesgo de tener conocimientos artísticos previos que influyan en dicho procesamiento. Todo esto puede explicar la diversidad en los resultados de la multitud de estudios publicados.

Lo que parece constante en diversos estudios es que la sensación de belleza está mediada por dos procesos diferentes que pueden ser simultáneos. Uno de ellos es la belleza objetiva y otra es la belleza subjetiva¹. La *objetiva* se basa en la activación de ciertas áreas que reaccionan cuando las figuras se ajustan a los conocidos como cánones de belleza, fundamentalmente a la proporción áurea y a los fractales. La proporción áurea consiste en objetos que obedecen la relación 1:1.618... y pueden considerarse «estéticos». En cuanto a que los fractales activan la «sensación de estético» lo demostró el investigador suizo Jürgen Schmidhuberen, quien presentaba a los voluntarios dos rostros, uno producido artificialmente y otro modificado por medio de un procedimiento fractal (una combinación de series de potencias de 2 y cuadrángulos rotados en concordancia). De manera significativa, los voluntarios eligieron este segundo «como más agradable y natural». La *subjetiva* se basa en la activación de otras áreas.

Con los estudios publicados hasta el momento no se puede localizar el «centro de la belleza» debido a la diver-

sidad de resultados en los trabajos realizados². Algunos confirman que en la percepción estética se halla directamente involucrado el córtex prefrontal dorsolateral izquierdo. Otros trabajos de Zeki observaron que las pinturas «bellas» incrementaron la actividad en la corteza orbitofrontal, que está involucrada en la emoción y recompensa. Otro trabajo habla de cómo la activación en el núcleo caudado derecho disminuye en respuesta a la disminución de preferencia, y la activación en el giro occipital bilateral y giro fusiforme bilateral aumenta como respuesta al aumento de preferencia.

Son más interesantes los trabajos que estudian un componente aislado de la expresión artística; por ejemplo, se ha visto que los centros activados durante la contemplación de obras de arte son diferentes en personas con entrenamiento o conocimientos artísticos previos que en las que no los tenían³.

La investigación en este campo cada vez nos lleva a más preguntas que respuestas. Por ejemplo, por qué podemos ver un radiador o un váter como arte si se expone en el MO-MA de Nueva York y no si lo vemos en nuestra casa.

Por último, mencionar que se ha estudiado ampliamente la neuroestética de la pintura, pero también implica otras artes, como la danza, la arquitectura... Se ha visto que se estimulan especialmente los lóbulos occipitales bilateralmente y la corteza premotora derecha ante espectáculos de danza de manera diferente que ante movimientos de las mismas bailarinas realizando movimientos al azar. Otro neurocientífico, Hugo Spiers, está investigando cómo codifica el cerebro la dirección, localización y las dimensiones del espacio, y las implicaciones para la arquitectura pueden ser profundas. Estos conocimientos de cognición espacial ofrecen un entendimiento de las respuestas del cerebro al ambiente construido y puede informar a los arquitectos del modo en que consideren los elementos estéticos y funcionales del espacio.

CONDICIONES QUE AFECTAN A LA EXPRESIÓN ARTÍSTICA

Como hemos comentado, la segunda parte de este artículo tratará de cómo varias condiciones, sobre todo las patológicas, afectan a la expresión artística.

El artista es capaz de «crear arte», es decir, de transformar la información que tiene de todo lo que le rodea en otra manifestación, como pintura, música, escultura...

Las enfermedades neurológicas en artistas son una fuente de conocimiento, y ofrecen una oportunidad única para estudiar las relaciones cerebro-creatividad, en especial a través de los cambios estilísticos que pueden aparecer después de una lesión cerebral⁴.

Dado que, como hemos explicado, la creatividad comienza en el cerebro, diversas enfermedades afectan a la expresión artística del sujeto.

La aparición de capacidad artística nueva, que no tenía antes el paciente, es muy poco frecuente después de un daño cerebral, pero se han descrito casos de este fenómeno en demencias frontotemporales, epilepsia, hemorragia subaracnoidea, enfermedad de Parkinson y otras enfermedades del sistema nervioso central.

Así, por ejemplo, normalmente en las demencias existe una alteración en la organización visuoespacial, y la «creatividad» y el «arte» se ven afectados^{5,6}. Sin embargo, algunas demencias en determinados pacientes cambian su estilo artístico. En algunos casos, sobre todo en demencias frontotemporales y enfermedad de Parkinson, y muy ocasionalmente en ictus, la enfermedad puede favorecer la aparición de un talento antes no conocido. Este fenómeno se conoce como facilitación paradójica, y es debida a desinhibición de áreas cerebrales encargadas del prosamiento visuoespacial. Sugiere que existe una organización del «arte» en el cerebro y que existen unas áreas excitatorias y otras inhibitorias.

El estudio de cómo afectan las enfermedades neurodegenerativas a la creación de arte, nos puede ayudar a entender las vías anatómicas que se encargan de la creatividad.

Así, por ejemplo, en un estudio ciego y con casos controles se demostró de manera significativa cómo la demencia frontotemporal realizaba composiciones más desordenadas, y tanto la demencia frontotemporal como la demencia semántica realizaban dibujos más bizarros y con mayor distorsión facial que los controles. Los dibujos de los pacientes con enfermedad de Alzheimer eran más parecidos a los controles que los de los pacientes con demencia frontotemporal o demencia semántica, pero mostraban menos colorido y tendían a tener menos detalles, y en ocasiones distorsión facial^{7,8}.

También se ha observado durante la estimulación cerebral profunda en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson, en la activación del núcleo subtalámico ventral izquierdo reduce tanto la creatividad como la apreciación del arte. No se conoce la razón, pero se plantea la hipótesis de que podría ser secundario a que la activación del hemisferio izquierdo conlleva la inhibición del derecho que media tanto la habilidades visuoespaciales y la atención global¹¹.

Con la enfermedad de Parkinson, asimismo, se ha aprendido que el desajuste dopaminérgico del sistema límbico también influye en la creatividad, ya que se han descrito casos en los que a raíz del comienzo del tratamiento con agonistas dopaminérgicos se ha potenciado la actividad artística^{9,10,12}.

Por último, comentar que han surgido nuevas investigaciones sobre la sinestesia y la aparición de artistas sinestésicos que toman su sinestesia como fuente de representación. Esto se puede apreciar en los cuadros de Delacroix (conocido sinestésico), que él mismo explicaba: «Todos saben que el amarillo, el naranja y el rojo suscitan ideas de felicidad y de riqueza».

BIBLIOGRAFÍA

1. Redies C. A universal model of esthetic perception based on the sensory coding of natural stimuli. *Spat Vis* 2007;21:97-117.
2. Kowatari Y, Lee SH, Yamamura H, Nagamori Y, Levy P, Yamane S, et al. Neural networks involved in artistic creativity. *Hum Brain Mapp* 2009;30:1678-90.
3. Leder H, Carbon CC, Ripsas AL. Entitling art: Influence of title information on understanding and appreciation of paintings. *Acta Psychol (Amst)* 2006;121:176-98.
4. Pollak TA, Mulvenna CM, Lythgoe MF. De novo artistic behaviour following brain injury. *Front Neurol Neurosci* 2007;22:75-88.
5. Sellal F, Musacchio M. Artistic creativity and dementia. *Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2008;6:57-66.
6. Serrano C, Allegri RF, Martelli M, Taragano F, Rinalli P. Visual art, creativity and dementia. *Vertex* 2005;16:418-29.
7. Rankin KP, Liu AA, Howard S, Slama H, Hou CE, Shuster K, et al. A case-controlled study of altered visual art production in Alzheimer's and FTL. *Cogn Behav Neurol* 2007;20:48-61.
8. Miller BL, Cummings J, Mishkin F, Boone K, Prince F, Ponton M, et al. Emergence of artistic talent in frontotemporal dementia. *Neurology* 1998;51:978-82.
9. Drago V, Foster PS, Okun MS, Haq I, Sudhyadhom A, Skidmore FM, et al. Artistic creativity and DBS: a case report. *J Neurol Sci* 2009;276:138-42.
10. Drago V, Foster PS, Okun MS, Cosentino FI, Conigliaro R, Haq I, et al. Turning off artistic ability: the influence of left DBS in art production. *J Neurol Sci* 2009;281:116-21.
11. Bogousslavsky J. Artistic creativity, style and brain disorders. *Eur Neurol* 2005;54:103-11.
12. Kulisevsky J, Pagonabarraga J, Martínez-Corral M. Changes in artistic style and behaviour in Parkinson's disease: dopamine and creativity. *J Neurol* 2009;256:816-9.

La música, al igual que el habla, es un lenguaje específicamente humano, que, además de funciones de comunicación –sobre todo de emociones–, tiene vertientes artísticas y culturales. Las aptitudes musicales tienen un gran componente genético, pero el entrenamiento reglado produce en el músico profesional cambios notables en la estructura funcional de determinadas áreas encefálicas (cerebelo, cuerpo calloso, corteza motora, plano temporal). El hemisferio derecho se relaciona con el fenómeno musical innato, especialmente con sus componentes melódicos y tímbricos; al izquierdo le corresponden el ritmo y aspectos formales y analíticos. La patología relacionada con la música puede estudiarse según el tipo de disfunción producida: de percepción y/o producción, global o parcial (melodía, tono, timbre, ritmo, grafía); el aspecto emocional puede afectarse selectivamente. La epilepsia musicogénica, definida como crisis precipitadas específicamente por escuchar o interpretar un particular fragmento musical, debe diferenciarse de las crisis iniciales en las que el sujeto escucha una determinada melodía. Las distonías profesionales constituyen un tipo especial de patología del control motor, que afecta a músicos, en los que, sobre una base de predisposición genética, un entrenamiento excesivo y erróneo acaba por distorsionar los exquisitos patrones motores que gobiernan la ejecución instrumental. La musicoterapia como modalidad terapéutica está generando expectativas importantes, aunque todavía está dando sus primeros pasos.

Palabras clave:
Neuromusicología. Distonía profesional. Epilepsia musicogénica. Amusia. Musicoterapia.

Neurol Supl 2009;5(1):51-55

Correspondencia:
Manuel Arias Gómez
Servicio de Neurología
Complejo Hospitalario Universitario
Travesía de Chopana, s/n
15702 Santiago de Compostela (La Coruña)
Correo electrónico: manuel.arias@usc.es

Music and the brain

Music, as speech, is a language specific to the human, which in addition to communication functions, especially emotions, has artistic and cultural aspects. Musical aptitudes have a large genetic component, but training produces notable changes in the functional structure of certain encephalic areas (cerebellum, corpus callosum, motor cortex, temporary plane) in professional musicians. The right hemisphere relates with the innate musical phenomenon, especially with the melodic and contour components: Rhythm and formal and analytical aspects correspond to left hemisphere. Music processing pathology can be studied according to the type of dysfunction: perception and/or production, global or partial (melody, pitch, rhythm, writing); the emotional aspect of music can be selectively involved. The musicogenic epilepsy, defined as seizures precipitated specifically for listening or to interpret a particular musical fragment, must differ from the seizures in which the subject listens to a certain melody. Professional dystonias are a special type of motor control disturbance. This affects musicians in whom excessive and erroneous training, due to a genetic predisposition, distorts the exquisite motor patterns that govern the instrumental performance. Music therapy, as a therapeutic modality, is generating important expectations, although it is still taking its first steps.

Key words:
Music and the brain. Amusia. Professional dystonia. Music therapy.

La definición más extendida de la música alude al arte de combinar sonidos y silencio en el tiempo. Sonidos y silencio, al igual que luz y colores, olores y sabores, están omnipresentes en la naturaleza, pero tienen en la música una cierta connotación de propósito: la música es un lenguaje que puede evocar, comunicar y hasta reafirmar emociones¹⁻³. Si hablamos de lenguaje, de emociones, de intencionalidad y de arte, estamos hablando de una función cerebral no sólo individual, sino también colectiva. A lo largo de las edades del hombre, la música viene manteniendo una profunda y estre-

cha relación con otras manifestaciones artísticas, como la danza, la literatura, la pintura, la arquitectura, el cine e incluso con la filosofía y cosmología⁴. La música se genera, percibe y produce, se sufre y se disfruta en el cerebro y la propia experiencia musical ayuda al desarrollo cerebral⁵; por lo tanto, es una cuestión que también atañe a la Neurología.

El método neurológico tradicional de localizar lesiones en base a los déficits de una determinada función encefálica, detectados y estructurados mediante la anamnesis y exploración clínica, no ha dado muchos resultados en el campo musical: sólo determinados casos de relevantes músicos habían sido estudiados, con cierto detenimiento, hasta años recientes. Ahora, con la ayuda de técnicas de neuroimagen funcional como tomografía de emisión de positrones (PET) y resonancia magnética funcional (RMf) y también neurofisiológicas como los potenciales evocados y magnetoencefalografía (MEG), el campo de la neuromusicología ha cobrado un inusitado impulso, a la vez que está aportando datos de gran interés para entender cuestiones importantes como pueden ser la plasticidad y conectividad cerebral. Se está abriendo una nueva y fructífera ventana en el campo de las neurociencias⁶.

Estableciendo un paralelismo entre la música y el lenguaje prototípico, es decir, el habla, podríamos realizar un análisis de los trastornos de la función musical de tipo congénito y adquirido, de los defectos de interpretación y de producción, de lectura y escritura.

PROCESAMIENTO CEREBRAL DEL LENGUAJE MUSICAL

El gusto por la consonancia y regularidad temporal junto con la interacción multisensorial son una constante en el desarrollo musical temprano de todos los seres humanos^{7,8}. Cada cultura matizará posteriormente las escalas, la métrica y los elementos tonales. Finalmente, el estudio y el entrenamiento facilitarán la interpretación, la lectura y el conocimiento explícito de la música. La musicalidad como capacidad cognitiva superior depende, en gran medida, de un factor genético pero complementado por el aprendizaje, sobre todo en lo que respecta a sus complejas reglas abstractas. Ya a partir de los 6 meses de vida se puede comprobar que al niño le gustan más los intervalos consonantes que los disonantes y muestra tendencia a reproducir escalas con tonos y semitonos^{9,10}.

Existe constancia de que la experiencia produce modificaciones considerables en los sistemas cerebrales relacionados con la música: la aproximación innata al fenómeno musical implica al hemisferio derecho¹¹ y se centra sobre todo en el aspecto melódico, mientras que el músico entrenado echa mano de su hemisferio izquierdo para poner en marcha un componente analítico adicional¹²⁻¹⁸. Así se ha demostrado, mediante estudios de RMf, que los músicos entrenados presentan algunas peculiaridades: a) utilizan más el hemisferio izquierdo, pero la también indudable implicación del hemis-

ferio derecho hace que la asimetría a favor del plano temporal izquierdo sea menor que en la población general; b) activen menos superficie cortical para realizar un determinado paradigma, y c) la porción anterior de su cuerpo caloso y cerebelo tienen mayor tamaño^{19,20}. Estos hallazgos están en sintonía con otros, realizados en animales de experimentación, que han demostrado cambios microestructurales (aumento del número de sinapsis, del número de células gliales y de la densidad capilar) tanto en el cerebelo como en la corteza motora primaria tras repetidos ejercicios de un paradigma motor. En estudios de MEG se ha comprobado que cada intérprete profesional experimenta un peculiar fenómeno de incremento de la respuesta cerebral a los tonos de su instrumento, que es un 25% mayor que en el sujeto neutro²¹.

Actualmente se piensa que la percepción musical implica a ambos hemisferios cerebrales, aunque se han comunicado casos de afasia sin ningún tipo de amusia producidos por lesión de hemisferio dominante. Hay documentados casos de músicos, afectados por cuadros de afasia global, que continúan interpretando y componiendo y otros con formas puras de trastorno de la percepción melódica²²⁻²⁴. Una de las más llamativas y no infrecuentes disociaciones entre música y lenguaje lo constituyen los casos de los pacientes con afasia de Broca, que son capaces de cantar con buena fluencia. La estimulación magnética transcortical del lóbulo temporal izquierdo bloquea temporalmente el lenguaje pero no el canto²⁵. Maurice Ravel presentó un cuadro de afasia progresiva con alexia, agrafia y apraxia ideomotora, pero su pensamiento musical se mantenía intacto, aunque no podía dictar ni escribir música²⁶. En demencias del lóbulo frontal con afectación inicial del hemisferio no dominante se ha documentado amusia y disprosodia, que serían una especie de espejo musical de la afasia progresiva primaria determinada por la afectación del hemisferio dominante²⁷. En cambio, la escritura musical parece depender del lóbulo parietal dominante²⁸, aunque un estudio de RMf reveló que la región temporoccipital derecha podría tener un papel decisivo en descifrar la notación tonal en un teclado²⁹. El neurólogo Ian McDonald, notorio por sus estudios en el campo de la esclerosis múltiple y también excelente pianista, ha descrito su propio y particular caso de alexia musical producida por una lesión isquémica en el *girus angularis* no dominante³⁰. También ha sido comunicada una pérdida selectiva para percibir el timbre de los instrumentos de tecla y percusión después de sufrir una lesión isquémica temporal derecha, que afectaba a las circunvoluciones temporales superior y media y a parte de la ínsula³¹.

Se han descrito casos de pacientes con lesiones cerebrales determinantes de profundas alteraciones en la percepción del ritmo, tono y melodía, pero que son capaces de percibir el componente emocional de la música; en otros casos ocurre todo lo contrario³²⁻³⁴. Esto es una prueba de que el componente emocional de la música se procesa de un modo independiente. Se ha demostrado en estudios de PET que con la música poco placentera decrece la activación de la corteza orbitofrontal y cingular anterior y aumenta la del precu-

neo y giro parahipocampal derecho³⁵. Los circuitos relacionados con los fenómenos de recompensa tendrían que ver con el placer experimentado al escuchar ciertos tipos de música^{36,37}. Se ha comprobado en estudios de RMf que la música disonante (poco placentera) activa la amígdala, el hipocampo y parahipocampo, y los polos temporales, estructuras relacionadas con el procesamiento de estímulos con valencia emocional negativa. Por el contrario, la música agradable activa la circunvolución frontal inferior, la ínsula superior, el estriado ventral y el opérculo rolándico³⁸. En determinados casos de demencia, generalmente de tipo frontotemporal, pueden surgir adicciones a distintos tipos de música o cambios en los gustos musicales^{39,40}.

El tono, el timbre, el ritmo, la melodía y la respuesta emocional propiciada por la música parecen tener localizaciones cerebrales distintas. El timbre se procesa y percibe fundamentalmente en el hemisferio derecho, la melodía en ambos hemisferios y el ritmo y los elementos secuenciales atañen al hemisferio izquierdo, según se ha demostrado con estudios de PET¹⁵. En la discriminación tonal el córtex auditivo derecho tiene un mayor protagonismo⁴¹. En lo que respecta al procesamiento melódico, parece que el hemisferio derecho se centra más en el contorno y el izquierdo en los intervalos tonales^{42,43}.

Las enfermedades neurológicas pueden afectar a la función musical y dar lugar a síntomas positivos (epilepsia, alucinaciones, sinestesias) y síntomas negativos, que se concretan en amusias receptivas, expresivas o con afectación particular de los diversos componentes del lenguaje musical (tono, timbre, ritmo, melodía, armonía, grafía, respuesta emocional)⁴⁴. La exploración de paciente con presunta disfunción del procesamiento musical por una enfermedad encefálica no puede estandarizarse, ya que el conocimiento y práctica de la música varía enormemente del simple aficionado al músico profesional y, dentro de éstos, del cantante, instrumentista y director. Por otra parte, no todos los neurólogos tienen conocimientos musicales para abordar esta problemática. La extensa batería de Montreal es un instrumento útil en la investigación de las amusias, pero poco práctico en la práctica clínica diaria⁴⁵.

AMUSIA CONGÉNITA Y OÍDO ABSOLUTO

La sujetos con amusia congénita son incapaces de reconocer y diferenciar melodías muy familiares y tampoco pueden discriminar la mayor o menor altura de dos tonos sucesivos. Sigmund Freud y Ernesto «Che» Guevara han sido dos célebres y reconocidos amúsicos. Los estudios de Isabelle Peretz et al. han aclarado que los sujetos con amusia congénita, independientemente de su exposición a estudios musicales, no sólo presentan graves deficiencias en el procesamiento tonal, sino también defectos en el reconocimiento de las melodías y en la capacidad de cantar o realizar paradigmas rítmicos sencillos⁴⁶⁻⁴⁸. Estas personas no tienen problemas con el reconocimiento de los sonidos ambientales y tampoco con las palabras del lenguaje, incluyendo sus aspectos prosódicos,

lo que les diferencia drásticamente de los pacientes afectados de afasia congénita. Los mencionados autores piensan que el defecto fundamental de la amusia congénita es el procesamiento tonal, que tiene una base hereditaria como la dislexia. Estudios neurofisiológicos han puesto de manifiesto una respuesta cerebral anormal de la respuesta N2-P3 que, propiciada por los cambios de altura tonal de un sonido, se presenta con una latencia de 200 ms y con lateralización derecha⁴⁸. Autores del mismo grupo canadiense han atribuido recientemente la amusia a un particular y localizado trastorno de la migración neuronal del hemisferio no dominante (mayor grosor de córtex auditivo y de la circunvolución frontal inferior)^{49,50}.

El oído absoluto hace referencia a la cualidad de identificar la altura exacta de un tono sin recibir otro de referencia. Su frecuencia en la población general oscila entre 1 caso por cada 1.500 y 1 por cada 10.000 sujetos. Se sabe que es más frecuente en mujeres, tiene tendencia a ser familiar; además puede detectarse ya a temprana edad y suele asociarse a dificultades en el aprendizaje, según concluyó en sus estudios J. Profita⁵¹, que estudió violín y piano en la neoyorquina Juilliard School y posteriormente medicina, y poseía este don. Anteriormente se ha mencionado que la percepción del tono atañe al hemisferio derecho, pero en los sujetos con oído absoluto existen pruebas de que utilizan también el hemisferio izquierdo. Un violinista profesional perdió su oído absoluto tras sufrir un ictus de cerebral media izquierda, conservando la percepción relativa de los tonos. Los estudios de Zatorre et al. utilizando PET han demostrado activación de un área dorsolateral posterior del lóbulo frontal izquierdo en los sujetos con oído absoluto⁵². El aprendizaje y entrenamiento musical a temprana edad favorecen la emergencia del oído absoluto, pero no son suficientes ni totalmente necesarios⁵³. El oído absoluto es más prevalente en pacientes con síndrome de Williams, que poseen especiales habilidades para la música (suelen comenzar a practicar a temprana edad) y también para el reconocimiento de las caras y para el lenguaje hablado; por el contrario, presentan dificultades en tareas visuoespaciales, matemáticas, pensamiento abstracto y aprendizaje en general, y su cociente intelectual suele ser bajo^{54,55}.

MÚSICA Y EPILEPSIA

Cuando un sujeto presenta crisis comiciales, desencadenadas exclusivamente por un tipo concreto de música, un instrumento en particular, una voz, una melodía o incluso por canciones cantadas por el propio paciente, hablamos de epilepsia musicogénica, que podría ser considerada como un tipo especial de epilepsia refleja, bien idiopática o bien producida por una determinada lesión estructural cerebral. En la epilepsia musicogénica la música suele inducir un estado de tensión emocional y después surge la crisis. Generalmente el foco epileptogénico se localiza en el lóbulo temporal derecho⁵⁶.

Distintas de las crisis de la epilepsia musicogénica son las crisis parciales caracterizadas por alucinaciones auditivomu-

sicales de diversos tipos (canciones, melodía orquestal, voces) y también aquellas crisis comiciales en las que el paciente canta de un modo automático. El foco suele localizarse en la circunvolución temporal superior, sobre todo derecha. Ha sido descrito un caso de pérdida transitoria de la percepción tonal producida por ataques isquémicos transitorios que podrían confundirse con crisis⁵⁷.

En las personas con hipoacusia pueden presentarse alucinaciones musicales por privación cortical de estímulo⁵⁸. No obstante, las causas de alucinaciones musicales son múltiples y una serie de medicamentos (quinina, imipramina, carbamazepina, fenitoína, propranolol, etc.) pueden producirlas⁵⁹.

LA DISTONÍA PROFESIONAL EN LOS MÚSICOS

El cerebro del músico profesional, tal como se comentó anteriormente, posee peculiaridades estructurales y funcionales. Ya hay datos indicativos de que la melatonina y la corticotropina (ACTH) se relacionan con el talento musical, pudiendo decirse lo contrario de los niveles de testosterona. El escuchar música puede estimular la secreción de oxitocina, hormona que potencia las relaciones maternofiliales, de pareja e incluso sociales y de grupo^{5,60}.

Las distonías focales relacionadas con actos motores específicos de la interpretación musical (profesionales) tienen una frecuencia considerable y suponen una carga importante de discapacidad para el intérprete que las sufre. Han sido descritos distintos tipos de distonías en intérpretes de muy diversos instrumentos (cuerda, teclados, percussionistas, maderas, viento, etc.); el problema puede localizarse en una extremidad o bien en la musculatura facial. No se conoce con exactitud la génesis de estas distonías profesionales, aunque se piensa que sobre una base de predisposición genética un entrenamiento excesivo y quizá inadecuado, con compromiso del sistema nervioso periférico, acabaría por perturbar el funcionamiento de los circuitos centrales que controlan estos actos motores específicos. El patrón de activación cortical muestra en estos casos una regresión para llegar a parecerse a los del practicante aficionado, con una mayor extensión del córtex implicado⁶¹⁻⁶³.

MUSICOTERAPIA

El tan traído y llevado efecto Mozart (potenciación de ciertas funciones cerebrales como las visuoespaciales por la escucha de música del genial compositor salzburgués) no es duradero y sus efectos beneficiosos no perduran más allá de unos minutos^{64,65}.

La musicoterapia es una modalidad terapéutica elitista y poco extendida, aunque hay algunos datos experimentales que certifican cambios bioquímicos en el cerebro, entre ellos aumento de la transmisión dopaminérgica⁶⁶. Podría tener un pa-

pel en enfermedades como el déficit de atención con hiperactividad, las demencias, la enfermedad de Parkinson, la epilepsia, y en diversos trastornos emocionales, así como para atenuar la ansiedad episódica que sufren muchos pacientes antes o durante diversas exploraciones como cateterismos y endoscopias⁶⁷⁻⁷⁰. Un estudio reciente, realizado en pacientes con ic-tus y siguiendo todas las normas de la medicina basada en la evidencia, demostró que el escuchar durante al menos 1 h al día la música favorita mejoraba la atención y el ánimo⁷¹.

BIBLIOGRAFÍA

- Valls M. Aproximación a la música. Madrid: Salvat Editores, 1970; p. 20.
- Hamel F, Hürlimann M. Enciclopedia de la música. Barcelona: Grijalbo, 1970; p. 1-5.
- Marco T. Historia cultural de la música. Madrid: Edicionesautor, 2008.
- Arias M. Música y neurología. *Neurología* 2006;22:39-45.
- Lewis PA. Musical minds. *Trends Cogn Sci* 2002;6:364-6.
- Zatorre R, McGill J. Music, the food of neuroscience? *Nature* 2005;434:312-5.
- Wong K. Neanderthal notes: did ancient humans play modern scales? *Sci Am* 1997;277:28-30.
- Hannon EE, Trainor J. Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development. *Trend Cogn Sci* 2007;11: 466-72.
- Peretz I, Hyde KL. GAT is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends Cogn Sci* 2003;7:362-67.
- Schellenberg EG, Trehub SE. Natural musical intervals: evidence from infant listeners. *Psychol Sci* 1996;7:272-7.
- Kimura D. Left-right dominances in the perception of melodies. *Q J Exp Psychol* 1964;16:355-8.
- Bever TG, Chiarello RJ. Cerebral dominance in musicians and non musicians. *Science* 1974;185:537-9.
- Mazziotta JC, Phelps ME, Carson RE, Kuhl DE. Tomographic mapping of human cerebral metabolism: auditory stimulation. *Neurology* 1982;32:921-37.
- Zatorre RJ, Evans AC, Meyer E. Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *J Neurosci* 1994;14: 1908-19.
- Platel H, Price C, Baron JC, Wise R, Lambert J, Frackowiak RSJ, et al. The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain* 1997;120:229-43.
- Tramo MJ. Music of the hemispheres. *Science* 2001;291:54-6.
- Brown S, Martínez MJ, Hodges DA, Fox PT, Parsons LM. The song system of human brain. *Brain Res Cogn Brain Res* 2004;20:363-75.
- Koelsch S. Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Curr Opin Neurobiol* 2005;15:207-12.
- Schlaug G, Jaencke L, Huang Y, Steinmetz H. In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science* 1995;267: 699-701.
- Schlaug G, Jaencke L, Huang Y, Steinmetz H. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia* 1995;33:1047-55.
- Peretz I, Zatorre RJ. Brain organization for music processing. *Annu Rev Psychol* 2005;56:89-114.
- Yamadori A, Osumi S, Masuhara S, Okubo M. Preservation of singing in Broca's aphasia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1977;40:221-4.
- Tzortzis C, Goldblum MC, Dang M, Forette F, Boller F. Absence of amusia and preserved naming of musical instruments in an aphasic composer. *Cortex* 2000;36:227-42.

24. Sparr SA. Receptive amelia in a trained musician. *Neurology* 2002;59:1659-60.
25. Stewart L, Walsh V, Frith U, Rothwell J. Transcranial magnetic stimulation produces speech arrest but not song arrest. *Ann N Y Acad Sci* 2001;930:433-5.
26. Alajouanine T. Aphasia and artistic realization. *Brain* 1948;71:229-41.
27. Confavreux C, Croisile B, Garassus P, Aimard G, Trillet M. Progressive amusia and aprosody. *Arch Neurol* 1992;49:971-6.
28. Midorikawa A, Kawamura M. A case of musical agraphia. *Neuroreport* 2000;11:3053-61.
29. Schön D, Anton J-L, Roth M, Besson M. An fMRI study of music sight-reading. *Neuroreport* 2002;13:2285-9.
30. McDonald I. Musical alexia with recovery: a personal account. *Brain* 2006;129:2554-61.
31. Kohlmetz C, Müller SV, Nager W, Munte TF, Altenmüller E. Selective loss of timbre perception for keyboard and percussion instruments following a right temporal lesion. *Neurocase* 2003;9:86-93.
32. Peretz I, Brattico E, Tervaniemi M. Abnormal electrical brain responses to pitch in congenital amusia. *Ann Neurol* 2005;58:478-82.
33. Peretz I, Gagnon L, Bouchard B. Music and emotion: perceptual determinants, immediacy and isolation after brain damage. *Cognition* 1998;68:111-41.
34. Mazzoni M, Moretti P, Pardossi L, Vista M, Muratorio A, Puglioli M. A case of music imperception. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993;56:322.
35. Griffiths TD, Warren JD, Dean JL, Howard D. When the feeling's gone. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:344-5.
36. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci* 1999;2:382-7.
37. Menon V, Levitin DJ. The rewards of music listening: response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *Neuroimage* 2005;28:175-84.
38. Koelsch S, Fritz T, Cramon DY, Müller K, Friederici AD. Investigating emotion with music: an fMRI study. *Hum Brain Mapp* 2006;27:239-50.
39. Boeve BF, Geda YE. Polka music and semantic dementia. *Neurology* 2001;57:1485.
40. Geroldi C, Metitieri T, Binetti G, Zanetti O, Trabucchi M, Frisoni GB. Pop music and frontotemporal dementia. *Neurology* 2000;55:1935-6.
41. Tramo M, Shah GD, Braida LD. Functional role of auditory cortex in frequency processing and pitch perception. *J Neurophysiol* 2002;87:122-39.
42. Peretz I. Processing of local and global information by unilateral brain-damaged patients. *Brain* 1990;113:1185-202.
43. Peretz I, Kolinsky R. Boundaries of separability between melody and rhythm in music discrimination: a neuropsychological perspective. *Q J Exp Psychol*.
44. Brust JC. Music and the neurologist. A historical perspective. *Ann N Y Acad Sci* 2001;930:143-52.
45. Peretz I, Champod AS, Hyde KL. Varieties of musical disorders. The Montreal Battery of evaluation of amusia. *Ann N Y Acad Sci* 2003;999:58-75.
46. Ayotte J, Peretz I, Hyde K. Congenital amusia. A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain* 2002;125:238-51.
47. Peretz I. Brain specialization for music. New evidence from congenital amusia. *Ann N Y Acad Sci* 2001;930:153-65.
48. Peretz I, Ayotte J, Zatorre RJ, Mehler J, Ahad P, Penhune VB, et al. Congenital amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination. *Neuron* 2002;33:185-91.
49. Hyde KL, Zatorre RJ, Griffiths TD, Lerch JP, Peretz I. Morphometry of the amusic brain: a two-site study. *Brain* 2006;129:2562-70.
50. Hyde KL, Lerch JP, Zatorre J, Griffiths TD, Evans AC, Peretz I. Cortical thickness in congenital amusia: when less better than more. *J Neurosci* 2007;27:13028-82.
51. Profita J, Bidder TG. Perfect pitch. *Am J Genet* 1988;29:763-71.
52. Zatorre RJ, Perry DW, Beckett CA, Westbury CF, Evans AC. Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute pitch and relative pitch. *Proc Natl Acad Sci USA* 1998;95:3172-7.
53. Baharloo S, Johnston PA, Service SK, Gitscheir J, Freimer NB. Absolute pitch: an approach for identification of genetic and non-genetic components. *Am J Hum Genet* 1998;62:224-31.
54. Lenhoff HM, Perales O, Hickok G. Absolute pitch in Williams syndrome. *Music Perception* 2001;18:491-503.
55. Levitin DJ, Cole K, Chiles M, Lai Z, Lincoln A, Bellugi U. Characterizing the musical phenotype in individuals with the Williams syndrome. *Neuropsychol Dev Cogn C Child Neuropsychol* 2004;10:223-47.
56. Wieser HG, Hungerbühler H, Siegel AM, Buck A. Musicogenic epilepsy: review of the literature and case report with ictal single photon emission computed tomography. *Epilepsia* 1997;38:200-7.
57. Sidtis JJ, Feldman E. Transient ischemic attacks presenting with loss of pitch perception. *Cortex* 1990;26:469-71.
58. Berríos GE. Musical hallucinations: a statistical analysis of 46 cases. *Psychopathology* 1991;24:356-60.
59. Fernández A, Crowther TR, Wieweg WW. Musical hallucinations induced by propranolol. *J Nerv Ment Dis* 1998;186:192-4.
60. Fukui H. Music and testosterone: a new hypothesis for the origin and function of music. *Ann N Y Acad Sci* 2001;930:448-51.
61. Pujol J, Roset-Lloret J, Rosinés-Cubells D, Deus J, Narberhaus B, Valls-Solé J, et al. Brain cortical activation during guitar-inducing hand dystonia studied by functional MRI. *Neuroimage* 2000;12:257-67.
62. Brandfonbrener AG, Robson C. Review of 113 musicians with focal dystonia seen between 1985 and 2002 at a clinic for performing artist. *Adv Neurol* 2004;94:255-6.
63. Rosset-Llobet J, Fàbregas S, Rosinés-Cubells D, Narberhaus B, Montero J. Análisis clínico de la distonía focal en los músicos. Revisión de 86 casos. *Neurología* 2005;20:108-15.
64. Thompson BM, Andrews SR. An historical commentary on the physiological effects of music: Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integr Physiol Behav Sci* 2000;35:174-88.
65. Hughes JR. The Mozart effect. *Epilepsy Behav* 2001;2:396-417.
66. Rauscher FH, Shaw GL, Ky KN. Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neurosci Lett* 1995;185:44-7.
67. Sutoo D, Akiyama K. Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain Res* 2004;1016:255-62.
68. Kneafsey R. The therapeutic use of music in a care of the elderly setting: a literature review. *J Clin Nurs* 1997;6:341-6.
69. Koger SM, Chapin K, Brotons M. Is music therapy an effective intervention for dementia? A meta-analysis review of literature. *J Music Ther* 1999;36:2-15.
70. Hamel WJ. The effect of music intervention on anxiety in the patient waiting for cardiac catheterizations. *Intensive Crit Care Nurs* 2001;17:279-85.
71. Sarkamo T, Tervaniemi M, Sarkamo T, Tervaniemi M, Laitinen S, Forsblom A, et al. Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain* 2008;131:866-76.

J. Porta-Etessam

El gusto: la nueva cocina desde una aproximación neurocientífica

Servicio de Neurología
Hospital Universitario Clínico San Carlos
Madrid

La relación entre cocina y ser humano es realmente interesante. En los últimos años hemos visto un crecimiento de distintos estilos culinarios que han enriquecido la oferta. Desde una aproximación antropológica, artística y neurocientífica, dividimos la cocina en: la cocina tradicional, con una forma específica y otra transcultural; la nueva cocina, con una tendencia tradicionalista; el construccionismo, con las variantes expresionista y construccionismo puro; la deconstrucción, y las formas eclécticas y pseudoecleéticas.

Palabras clave:
Cocina. Estilos culinarios. Neurociencia.

Neurol Supl 2009;5(1):56-59

Taste: new cuisine from a neuroscientific approach

The relationship between the brain and cuisine is truly interesting. In recent years, we have been observing a growing increase in culinary styles that has enriched the offer. Using an anthropological, artistic and neuroscientific approach, we have divided a new cuisine classification into traditional cooking, with one specific and another transcultural form, new cuisine with a traditionalist tendency, constructionism, with pure expressionism and constructionism, deconstruction and the eclectic and pseudoeclectic styles.

Key words:
Cuisine. Culinary styles. Neuroscience.

Correspondencia:
Jesús Porta-Etessam
Servicio de Neurología
Hospital Universitario Clínico San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n
28040 Madrid
Correo electrónico: jporta@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Con la evolución social del *Homo sapiens sapiens* y teniendo cubiertas las necesidades energéticas, en algunas culturas la alimentación y la hidratación superan su carácter de necesidad, transformándose en ocasiones en una experiencia sensorial con un marcado componente social.

Los órganos preneuronales (los sentidos) decodificarán los distintos estímulos que se harán conscientes en el cerebro activando áreas que en ocasiones implicarán experiencias emotivas y recuerdos. Evidente es la preactivación a la hora de percibir, de tal manera que en ocasiones nos prepararemos para degustar un determinado sabor, o percibir un olor determinado o sentir en la boca una textura. Esta preactivación se ha estudiado especialmente en el vino con interesantes resultados. Cuando un vino blanco se presentaba con una coloración de tinto, las notas de cata de los enólogos y sumiller correspondían a elementos con un color predominante oscuro y si son de vinos blancos se utilizan fundamentalmente elementos claros.

Las vías de la percepción, una vez que se registran conscientemente en distintas áreas, tienden a confluir hacia la amígdala, corteza orbitofrontal, estriado o el hipotálamo lateral. Estas sinapsis justifican experiencias metafóricamente expresadas con la «magdalena de Proust», o la capacidad para encontrar la similitud entre distintos sabores o diferenciar el sabor de un mismo producto (distintos tipos de manzanas, patatas...).

BREVE RECUERDO NEUROFISIOLÓGICO

La vista es importante a la hora de preparar al resto de los órganos de los sentidos para la degustación de los productos. No sólo es fundamental en el reconocimiento, sino que es un factor base en el reconocimiento de si es nocivo o no.

El gusto participa en la degustación, aunque está sobrealimentado, es fundamental cualitativamente y como modulador base de los sabores. Paso inicial que, conjuntamente con la vista, predispone a los órganos preneuronales. Es un tono de fon-

do que será modulado por el olfato. Importante es el reconocimiento en la boca de otras características básicas de los productos, como es la temperatura o la textura de los sabores.

El tacto tiene una importancia mayor de la que se ha pensado clásicamente. Una alta representación cortical de la lengua refleja la importancia. Distinguimos formas, texturas, densidades, temperatura e incluso materiales. El olfato, por el contrario, presenta un gran cromatismo; sin embargo, nuestra capacidad mnésica es escasa y de estímulo preperceptivo alta. Extremadamente complejo filogenéticamente, fundamental para la supervivencia, el oído participa parcialmente en la gastronomía. Es innegable su participación pre y permaestocatoria.

HIPÓTESIS EVOLUTIVA: LA RAZÓN DE SER

La alimentación en el ser humano, como consecuencia de la evolución social de la especie, se ha transformado en más que una necesidad. Implica un disfrute y un acto social. Incluso en los últimos años, en relación con el arte, la física y la química, busca un lugar como expresión artística y en ocasiones con un objetivo de transmitir sensaciones más allá de las que clásicamente se habían considerado. Desde la tradición a la búsqueda de la sorpresa somos testigos en el siglo XXI de aspectos diferentes dentro de la cocina.

Durante años de evolución la alimentación ha ido modificándose y es innegable que la existencia de distintos tipos de cocina implica una reacción posiblemente distinta por parte del individuo. A partir de los conocimientos neurocientíficos actuales construimos una hipótesis y una clasificación sobre los tipos de cocina.

TIPOS DE COCINA: UNA PROPUESTA NEUROCIÉNTIFICA

Evidentemente, la evaluación de un aspecto tan complejo como es la cocina en la evolución del *Homo sapiens* es algo complejo. Evidentemente se deben tener en cuenta aspectos sociales, culturales y especialmente neurológicos.

El ser humano está acostumbrado culturalmente al consumo de una serie de productos, cuando por diversas razones entra en contacto con alimentos que no forman parte de su cultura esto puede generar rechazo. Un ejemplo habitual es el consumo de diversos artrópodos en el sudeste asiático o el consumo de carne de potro en Francia (fig 1). Otro aspecto es la modificación de hábitos como la tendencia al consumo de la carne menos cocinada en posible relación con la mejora del género y la conservación.

Por otro lado, otro aspecto fundamental es el de la sensación esperada. Desde hace años sabemos que el cerebro se antepone a los estímulos, en cierta manera predispone de-



Figura 1 | La carne de potro es consumida en Francia.

terminadas áreas implicadas en las sensaciones. De esta manera el órgano preneuronal de la vista se antepone al gusto en la cata del vino, o la morfología de un determinado producto parece conllevar unas cualidades definidas. El jugar con la ruptura de lo esperado es un recurso artístico también utilizado en la alimentación.

Teniendo en cuenta estos aspectos podría hacer una nueva clasificación de la cocina; evidentemente esta clasificación no supone aspectos cualitativos de la misma, simplemente busca una explicación a las diferentes respuestas que tenemos frente a determinados estímulos (tabla 1).

Cocina tradicional transcultural

La cocina tradicional transcultural tiene una base alimentaria en los productos de la zona. Habitualmente las materias primas cuentan en parte con la base de la región (tri-

Tabla 1	Propuesta de clasificación de la cocina
	La cocina tradicional Transcultural Específica
	Nueva cocina Tradicionalismo Construccinismo Expresionismo culinario Construccinismo puro Deconstruccinismo
	Ecléctica
	Pseudoeléctica

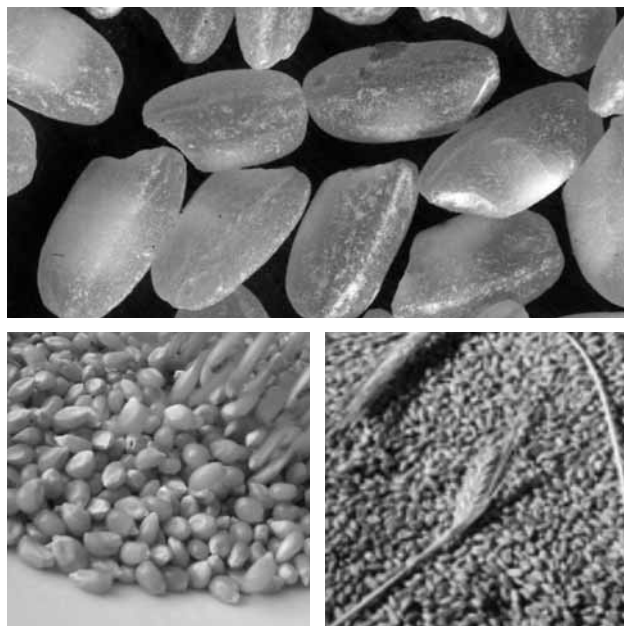


Figura 2
 Elementos básicos tradicionales de la alimentación.

Elementos básicos tradicionales de la alimentación.

go y cebada en Europa, arroz en el sudeste asiático y maíz en América [fig. 2]). Es una alimentación compensada desde el punto de vista nutricional y energética. Dadas sus características básicas es exportable y susceptible a la mercadotecnia y en ocasiones tiene implicaciones culturales de adhesión. Ejemplos son la dieta mediterránea o la cocina china (que se adapta habitualmente al país de emigración).

Desde un punto de vista sensorial es una comida basada por la armonía, es decir, los estímulos que recibimos por la vista, gusto y olfato son por lo general coherentes.

Cocina tradicional específica

La cocina tradicional específica se define en zonas con raigambre intensa, generalmente permanece en lugares con poco estímulo externo o en sociedades cerradas. Tiene una tendencia cultural inversa, dado que dificulta la integración de personas que no pertenecen al grupo. La facilitación al consumo de los productos ocurre desde la infancia y generalmente son autóctonos y poco frecuentes o no considerados alimentos en otras culturas. En su forma genuina es difícilmente exportable. Por regla general es poco modificable por los estímulos mercadotécnicos.

Son sintónicos para el gusto y el olfato para todos los grupos sociales; sin embargo, son egodistónicos visualmente para las personas que no pertenecen al grupo social y sintónicos para los habituados.

Nueva cocina tradicionalista

La nueva cocina tradicionalista realiza modificaciones parciales de platos tradicionales, buscando cualidades especiales o incluso aspectos más saludables que el producto original. Busca una armonía parcial entre los elementos y la innovación es discreta pero bien acogida por la mayoría de los consumidores. Con mucha frecuencia busca sabores puros de los productos de mercado. Es habitualmente fácil para el público y aunque conlleva un bajo índice de sorpresa también existe escasa facilitación, con lo cual el consumidor no se «satura» con el producto. Busca siempre la armonía entre la vista, el gusto y el olfato.

Nueva cocina: expresionismo culinario

Dentro de las vanguardias en la cocina podemos distinguir el expresionismo culinario, la búsqueda de productos puros sin camuflar pero presentados de una manera distinta visualmente atrayente (fig. 3). Busca claramente la sincronía de los alimentos, siendo este punto uno de los fundamentales. Su maridaje es habitualmente complejo. Busca un alto índice de sorpresa visual. La armonía entre la vista, el olfato y el gusto es fundamental.

Nueva cocina: construccionismo puro

Dentro de las vanguardias, para el construccionismo puro, a diferencia del expresionismo, el aspecto visual es importante y atrayente pero no es la línea protagonista del producto, buscando un camuflaje pero sin disarmonía como en el deconstruccionismo. Éstos se presentarán camuflados pero manteniendo los sabores puros buscando leve asincronía y con una visualidad atrayente pero no excesiva. El maridaje es complejo y su presentación será atrayente. Existirá armonía sensorial entre gusto y olfato y discreta asincronía con respecto a la vista.

Nueva cocina: deconstruccionismo

El deconstruccionismo modificará los productos con la continua búsqueda de la sorpresa. Existe un camuflaje visual

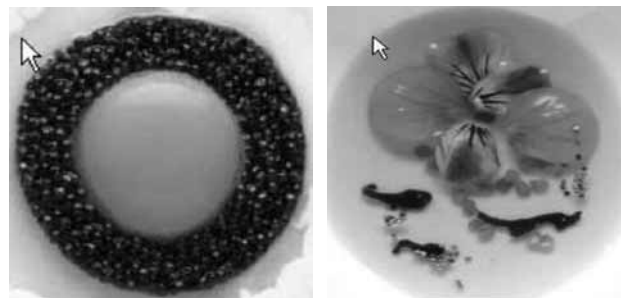


Figura 3 | Ejemplos de la cocina del neurólogo y creador culinario Sánchez Romera.

y táctil. Se utilizan sabores puros buscando absoluta disarmonía. Por lo general busca la visualidad atrayente y un alto índice de incongruencia visuo-gustativo. La aceptación inicial es variable, pero su repetición implica una saturación precoz. La búsqueda de la disarmonía entre los sentidos vista vs gusto frente a olfato vs tacto vs oído es básica.

Ecléctica

Variada por lo general y de fácil aceptación, mezcla aspectos de la comida tradicional y las nuevas corrientes. No es puro y con ello implica menos saturación.

Pseudoeclectica

La cocina pseudoeclectica es pobre, poco elaborada, y busca mezclas de productos en ocasiones sin una base armó-

nica. Crece a la sombra de la nueva cocina pero carece de la pureza del construccionismo, la viveza del expresionismo o la sorpresa del deconstruccionismo. A diferencia de la ecléctica, la interacción entre los distintos tipos de cocinas es en ocasiones arbitraria.

CONCLUSIONES

La alimentación es además de una necesidad un objeto de consumo y en ocasiones una expresión artística. Esto ha permitido el enriquecimiento culinario permitiéndonos el disfrute de diversas preparaciones. Cada estilo de cocina se basa en aspectos específicos y por lo tanto no son generalizables y posiblemente son difícilmente cuantificables. No son excluibles y responden a aspectos culturales y a maneras especiales de reaccionar del sistema nervioso central frente a estímulos esperados y no esperados que nos decodifican los órganos preneurales.

Neuromagia: el cerebro jugando a engañarse

Servicio de Neurología
Hospital Universitario Clínico San Carlos
Madrid

En el pasado congreso de la Sociedad Española de Neurología (SEN) vimos cómo un mago demostraba la relación que tiene la magia con el cerebro y cómo recurriendo a distintos aspectos especializados de nuestro cerebro podemos hacer sentir al ser humano una sensación de irrealidad en las acciones. Esta sensación de sorpresa o irrealidad la llamamos «magia».

Palabras clave:
Magia. Atención. Neurociencia.

Neurol Supl 2009;5(1):60-62

Neuromagic: the brain playing to deceive itself

In the last meeting of the Neurological Spanish Society, we saw how a magician demonstrated the relationship between magic and the brain and how using different specialized aspects of our brain, we could make the human feel a sensation of unreality of his or her actions. This sensation of surprise or unreality is what we can «magic».

Key words:
Magic. Attention. Neuroscience.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más apasionantes del cerebro humano es su capacidad para crear ilusiones. El increíble derroche creativo del cerebro hace que constantemente esté buscando sensaciones y percibiendo imágenes o incluso creándolas a partir de formas similares. La magia consigue

utilizar los recursos propios del cerebro para crear situaciones que desafían la razón, lo preaprendido, creando de esta manera una situación de perplejidad.

Es evidente que la magia funciona porque el cerebro humano, la máquina más compleja que hay sobre la tierra, en su funcionamiento habitual de una manera subjetiva analiza e integra los eventos que ocurren en nuestro medio. De esta manera se han creado trucos que intencionadamente juegan con él, transmitiendo una sensación de irrealidad y sorpresa. Durante la pasada reunión de la Sociedad Española de Neurología pudimos observar cómo un mago nos mostraba los trucos y veíamos su explicación desde una aproximación neurológica. El siguiente artículo no pretende analizar el complejo mundo de la magia y el cerebro, simplemente trata de transmitir algunos conceptos actuales sobre el estudio del funcionamiento del mismo.

ILUSIONES VISUALES

Las ilusiones visuales han acompañado al *Homo sapiens*. Desde la retina con la inhibición lateral hasta jugando con la profundidad o la tridimensionalidad hemos percibido sorprendidos cómo objetos estáticos transmiten ilusión de movimiento o un plano presenta dimensiones que le exceden. Desde hace años se conocen los principios de la visión y artistas como Escher los han utilizado de manera magistral.

En el mundo de la magia se utilizan con frecuencia trucos que implican una ilusión óptica, dando de la sensación de fondo más profundo desde una visión frontal a estructuras con compartimentos posteriores. Un ejemplo clásico sencillo y que todos hemos realizado en alguna ocasión es transmitir la sensación de un lápiz elástico simplemente moviéndolo con rapidez desde un extremo, pero haciendo que el eje de dicho movimiento esté en el centro del lápiz (fig. 1). Este fenómeno visual es una sencilla demostración de la interacción de las neuronas del área V1 y V5.

Correspondencia:
Jesús Porta-Etessam
Servicio de Neurología
Hospital Universitario Clínico de San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n
28040 Madrid
Correo electrónico: jporta@yahoo.com

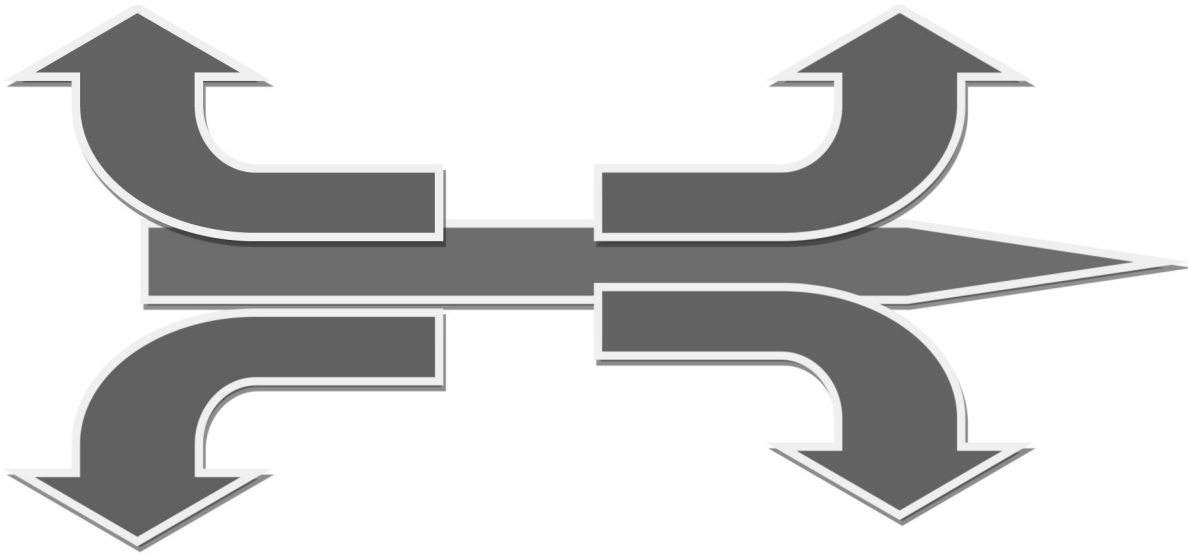


Figura 1 | Ilusión de elasticidad en el lápiz.

Otro fenómeno curioso es el producto de la utilización del fotoestrés: estimulando con luz blanca la retina, al cerrar los ojos observaremos el negativo de la imagen presentada. Este fenómeno se ha utilizado para la visión de la cara de un varón con barba que algunos identifican como la cara de Cristo (fig. 2). Manifestaciones similares pueden ocurrir en fenómenos de masas que miran el sol a través de distintos elementos (árboles, nubes...).



Figura 2 | Ilusión óptica de visión de una facies masculina con barba. Mire fijamente la imagen durante 20 segundos (iluminada adecuadamente) y posteriormente cierre los ojos.

Otros trucos visuales muy interesantes son los que se realizan con las cuerdas. Con el aprendizaje y el uso de la memoria implícita, el mago crea praxias de movimientos que, al realizarlos de manera armónica, nos van a hacer creer que está partiendo o uniendo una cuerda. El cerebro busca la continuidad de la imagen interpretando los cambios en la cuerda; sin embargo, el mago guarda parte de la misma en la mano, mantiene los cabos terminales dentro dando sensación de una cuerda o saca los cuatro cabos.

En ocasiones se transmite la falsa sensación de movimiento. Con los aros mágicos el mago mueve la mano como si girase el aro sin hacerlo y pudiendo así ocultar la solución de continuidad por donde los enlaza y desenlaza.

Jugando con la atención

Otro de los trucos clásicos de la magia es el focalizar la atención. Si conseguimos que la atención se fije en un aspecto, podemos modificar el resto sin que el público se percate. Este recurso fue inteligentemente utilizado en un anuncio de televisión de Volkswagen, en el que aparecía un vehículo y no nos percatábamos de que en la escena participaba una mujer con un tigre.

El movimiento hace que mediante movimientos sacádicos reflejos «enfocemos» esa acción, mientras que otras de menor aceleración quedarán ocultas. Otro fenómeno es el de la mirada paralela: por aprendizaje tendemos a mimetizar en sentido de la mirada que vemos, de tal manera que si el mago mueve la mano derecha y gira su cabeza en este sentido posiblemente tendamos a focalizar hacia ese objeto.

LA PRAXIA SUPUESTA

El ser humano está acostumbrado a considerar que determinados movimientos práxicos implican la acción para la que se han memorizado. De tal manera que si hacemos como si cogemos una moneda de un monedero, se asume que se ha cogido, más aún si este movimiento se ha repetido previamente varias veces mostrando el objeto. Así, cuando se hace el truco no existe la moneda, aunque la audiencia tiene noción de haber visto que se ponía en la mano.

El falso recuerdo

De la misma manera que presentar previamente las monedas puede hacernos pensar que hemos visto cómo se cogía, el hecho de repetir el orden de una acción puede hacer a las personas pensar que éste es el real. De esta manera el mago baraja, o incluso nos hace barajar y posteriormente nos pide que cojamos una carta. Posteriormente y tras hacer varios montones, repite cómo ha sido la acción: ha seleccionado una carta, luego ha barajado y ha puesto tres montones, creando a la audiencia una temporalidad incorrecta.

El momento cambiado

Consiste en hacer el cambio en un momento previo al que el público espera. En este sentido existe un truco sencillo con dos dados que presentan dos caras girándolos inicialmente y, cuando corresponde el truco, no se realiza el cambio.

CONCLUSIONES

La magia funciona porque juega con el sistema nervioso. No juega con los defectos sino con las virtudes, es decir, aspectos especializados que nos facilitan el día a día como la capacidad de focalizar la atención, el asumir el siguiente movimiento o localizar los objetos que se mueven. La relación entre las neurociencias y la magia es un campo apasionante que nos ayuda a entender cómo funciona nuestro cerebro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Troncoso XG, Macknik SL, Martínez-Conde S. Novel visual illusions related to Vasarely's «nested squares» show that corner saliency varies with corner angle. *Perception* 2005;34:409-20.
2. Lamont P, Wiseman R. *Magic in Theory*. Seattle: Hermetic, 1999.
3. Macknik SL, King M, Randi J, Robbins A, Teller RA, Thompson J, Martínez-Conde S. Attention and awareness in stage magic: turning tricks into research. *Nature Reviews Neuroscience* 2008. doi:10.1038/nrn2473.