

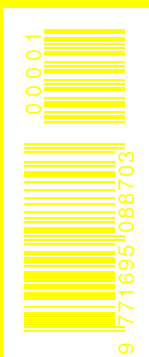
Mente y cerebro

INVESTIGACION

- **Psicología de la persuasión**
- **Percepción musical**
- **Memoria de la mosca**
- **Desarrollo cerebral en el espacio**

Conciencia y libre albedrío

4º trimestre 2002





PRESENTACION

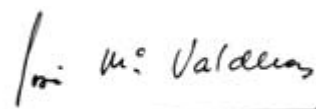
Dos envites de grueso calibre tiene ante sí la ciencia contemporánea. A saber, la interpretación de la mecánica cuántica y el funcionamiento del cerebro. Si importante la primera para conocer el mundo, sobran ponderaciones para resaltar el segundo, que a cada uno nos atañe. Conocerse a sí mismo, imperativo ético en su origen, entraña una tarea investigadora cuyos resultados trascienden el marco estrictamente científico para influir en campos más humanísticos. A cada paso que ha ido dando la inquisición experimental, desde la neurología originaria hasta su ramificación actual en una fronda de neurociencias, la filosofía ha vuelto a plantear las mismas cuestiones inveteradas y controvertidas: ¿qué es la persona? ¿Qué la conciencia y el libre albedrío? ¿Qué las emociones y sentimientos?

Ante su apariencia anodina, hecho de grasa en un 60 por ciento, nadie diría a primera vista que el cerebro desempeña alguna función crucial en el organismo o que pudiera procesar la información con una rapidez que ningún ordenador ha alcanzado. Además, se ha hecho con esa capacidad en el curso de la evolución biológica, con todo lo que ello supone de tanteo y redundancia. Pero empezamos a comprender cuando advertimos que dispone de unos 100 billones de unidades básicas de procesamiento, las neuronas, y que cada neurona establece contactos con otras 10.000. Atendiendo a los componentes lipídicos del encéfalo, los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y omega-6, tiende hoy la paleoantropología a delimitar el origen de la expansión del cerebro que llevó a la individuación de nuestra especie, no en las sabanas abiertas, abundantes en carne, sino en las orillas de lagos y mares, ricas en peces, huevos de aves acuáticas y moluscos. Atendiendo a su función procesadora, físicos, matemáticos e informáticos han creado modelos miméticos parciales; por ejemplo, retinas artificiales que replican la visión, implantes cocleares para sordos y estimuladores eléctricos para pacientes con parálisis muscular. ¿Llegarán, por esa vía, los robots a superar la creatividad humana? No parece,

salvo que llamemos inteligentes a los programas, lo que constituye un abuso del lenguaje. El lenguaje, que nos lleva al pensamiento en él encerrado, constituye, justamente, uno de los rasgos distintivos del hombre.

Mente y cerebro nace esperanzada en el país que alumbró a Santiago Ramón y Cajal y a Leonardo Torres Quevedo, hace ciento cincuenta años. Si al primero debemos el modelo de la estructura y función del sistema nervioso que sigue vigente, fue mérito del segundo anticiparse a la era de los autómatas que han cambiado la faz del mundo. En el rigor de ambos nos espejaremos para evitar falsas proclamas apodícticas —tan rotundas cuan infundadas— sobre nuestro yo, la inteligencia o las emociones. En este terreno, en el que los progresos pueden parecer de exasperante lentitud, no nos moveremos un ápice del sentir de Cajal: “En mi modesta obra, el trabajo ha suplido al talento, y el esfuerzo obstinado a la intuición genial. Incapaz de forjar esas hipótesis luminosas que parecen anticipaciones y presagios de ignotas realidades, he marchado siempre dócilmente detrás de los hechos, nunca o casi nunca delante. Los he interrogado para recoger fielmente sus respuestas, y me he abstenido en lo posible de dictáserlas de antemano”.

En la singladura que hoy iniciamos no nos mueve otro fin que el de ofrecer al lector español e hispanoamericano los términos exactos de un campo del saber en cuyo avance la participación de nuestros científicos ha cumplido, y sigue cumpliendo, un papel muy digno. Contamos con su colaboración. Partimos de *Gehirn und Geist*, de espléndida acogida en el mundo alemán. En nuestra ventura, la experiencia acumulada en los más de veinticinco años de *Investigación y Ciencia* y, sobre todo, la exigente fidelidad de sus lectores, habrán de facilitarnos la tarea, al par que nos animan a emprenderla.



José María Valderas



12

Bases nerviosas de la conciencia

Gerhard Roth

Los extraordinarios avances de la investigación cerebral no se detienen ni siquiera ante uno de los últimos grandes enigmas de la humanidad: la conciencia. Sobre este tema, campo reservado desde siempre a la filosofía, tiene mucho que aportar la investigación científica.

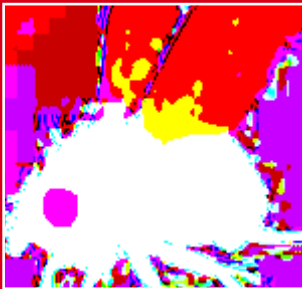


22

Podere invisibles

Arnd Florack y Martín Scarabis

¿A qué se debe que caigamos una y mil veces en las redes del maravilloso mundo de la publicidad? ¿Cuál es la clave del éxito de los seductores encubiertos? ¿Por qué somos tan vulnerables a sus estrategias?



32

La memoria de la mosca

Raphäel Hitier, Florian Petit y Thomas Prémat

Con su cerebro minúsculo, la mosca del vinagre posee una memoria notable, que sirve de modelo para la investigación de la humana. Se conocen ya los genes implicados en el proceso rememorador y las proteínas por ellos determinadas.



48

Neurología de la percepción musical

Eckart Altenmüller

¿Qué ocurre en nuestro cerebro cuando escuchamos los acordes de Johannes Brahms, Miles Davis o Elvis Presley? La investigación reciente pone de manifiesto que las personas perciben y procesan la música de formas muy distintas.



56

Neurobiología del miedo

Rüdiger Vaas

De las sensaciones, las mejor comprendidas desde el punto de vista neurobiológico son el miedo y el temor. Ambas emociones básicas, imprescindibles para la supervivencia, pueden llevar a degeneraciones patológicas.

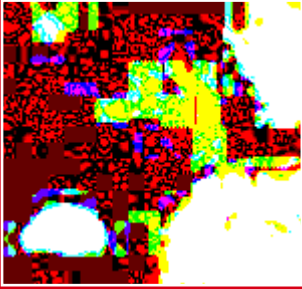


64

Cerebro y libre albedrío

Michael Pauen

En la investigación del cerebro y la conciencia, las ciencias neurológicas y cognitivas avanzan de forma manifiesta. Ese progreso aporta nuevos planteamientos a cuestiones filosóficas de larga historia.

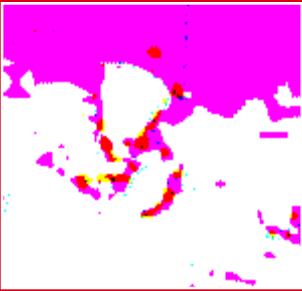


72

El cerebro en el espacio

Javier de Felipe

Los vuelos espaciales producen cambios permanentes en los circuitos corticales de las ratas durante el desarrollo postnatal. ¿A qué se deben estas alteraciones? ¿Son patológicas o representan cambios plásticos para una mejor adaptación a un nuevo entorno?



82

De la trepanación a la teoría de la neurona

Robert-Benjamin Illing

Hasta llegar al momento fascinante que viven las neurociencias contemporáneas el hombre recorrió un largo camino de tanteos e hipótesis cuyos primeros pasos se dieron en tiempos prehistóricos.

SECCIONES

RETROSPECTIVA

6 El punto de partida de la obra neurohistológica de Cajal.

ENCEFALOSCOPIO

8 Rastreado la cocaína. Protegerse la cabeza. De la fantasía, el nombre. Raíces cerebrales del tartamudeo. Raíces genéticas del retraso mental. Mayor protagonismo (paradójico) para los astrocitos. El lenguaje, propiedad distintiva. Regeneración de las neuronas: la culpa de los inhibidores. Regeneración de las neuronas: la culpa del desarrollo. Apnea y libido. Genética del miedo. Cerebro de hombre, cerebro de ratón. Cantar y oír. Memoria selectiva. La conciencia en números. Piedra miliar. Hacer y bien hacer.

MENTE, CEREBRO Y SOCIEDAD

39 Rescate desde el estadio. El reposo activo del cerebro. Memoria y aprendizaje en las ratas. La muerte celular en el cerebro.

ENTREVISTA

46 **¿Robots con autoconocimiento?**
Entrevista a Thomas Christaller, profesor del Instituto Fraunhofer para Sistemas Inteligentes Autónomos en Sankt Augustin, Bonn.

SYLLABUS

90 **¿A qué llamamos memoria artificial?**
Estructuras muy sencillas pueden presentar memoria y capacidad de recuerdo.

LIBROS

92 Filosofía científica.
De Kant a Gödel

ENSAYO FILOSÓFICO

96 Lógos
y Theoría

DIRECTOR GENERAL

José M.^a Valderas Gallardo

DIRECTORA FINANCIERA

Pilar Bronchal Garfella

EDICIONES

Juan Pedro Campos Gómez

PRODUCCIÓN

M.^a Cruz Iglesias Capón
Bernat Peso Infante

SECRETARÍA

Purificación Mayoral Martínez

ADMINISTRACIÓN

Victoria Andrés Laiglesia

SUSCRIPCIONES

Concepción Orenes Delgado
Olga Blanco Romero

EDITA

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

Gehirn & Geist**CHEFREDAKTEUR:**

Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)

STELLV. CHEFREDAKTEUR/LEITER PRODUKTENTWICKLUNG:

Dr. Carsten Könneker

REDAKTION: Dr. Katja Gaschler,

Dr. Hartwig Hanser (freiber.)

STANDIGER MITARBEITER:

Hermann Englert

SCHLUSSREDAKTION:

Katharina Werle, Christina Peiberg

BILDREDAKTION:

Alice Krüßmann

ART DIRECTOR/LAYOUT:

Karsten Kramarczik

REDAKTIONSASSISTENZ:

Eva Kahlmann, Ursula Wessels

GESCHAFTSLEITUNG:

Dean Sanderson, Markus Bossle

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

FRANCESC ASENSI: *Bases nerviosas de la conciencia y Syllabus*; JUAN AYUSO: *Poderes invisibles y Neurobiología del miedo*; SIGRID BAARS Y STEPHAN SPEICHER: *La memoria de la mosca*; DAVID BARBERO: *Rescate desde el espacio*; JOSÉ MANUEL GARCÍA DE LA MORA: *El reposo activo del cerebro*; DIANA ESTÉVEZ: *Neurología de la percepción musical*; ANTONIO PREVOSTI MONCLÚS: *Cerebro y libre albedrío y Entrevista*; ANGEL GONZÁLEZ DE PABLO: *De la trepanación a la teoría de la neurona*.



Portada: Linda S. Nye / Mauritius

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

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

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

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

PUBLICIDAD

GM Publicidad
Menorca, 8, semisót., centro, izda.
28009 Madrid
Tel. 914 097 045
Fax 914 097 046

Cataluña:**QUERALTO COMUNICACION**

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

Copyright © 2002 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, D-69126 Heidelberg

Copyright © 2002 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.^a 08021 Barcelona (España)

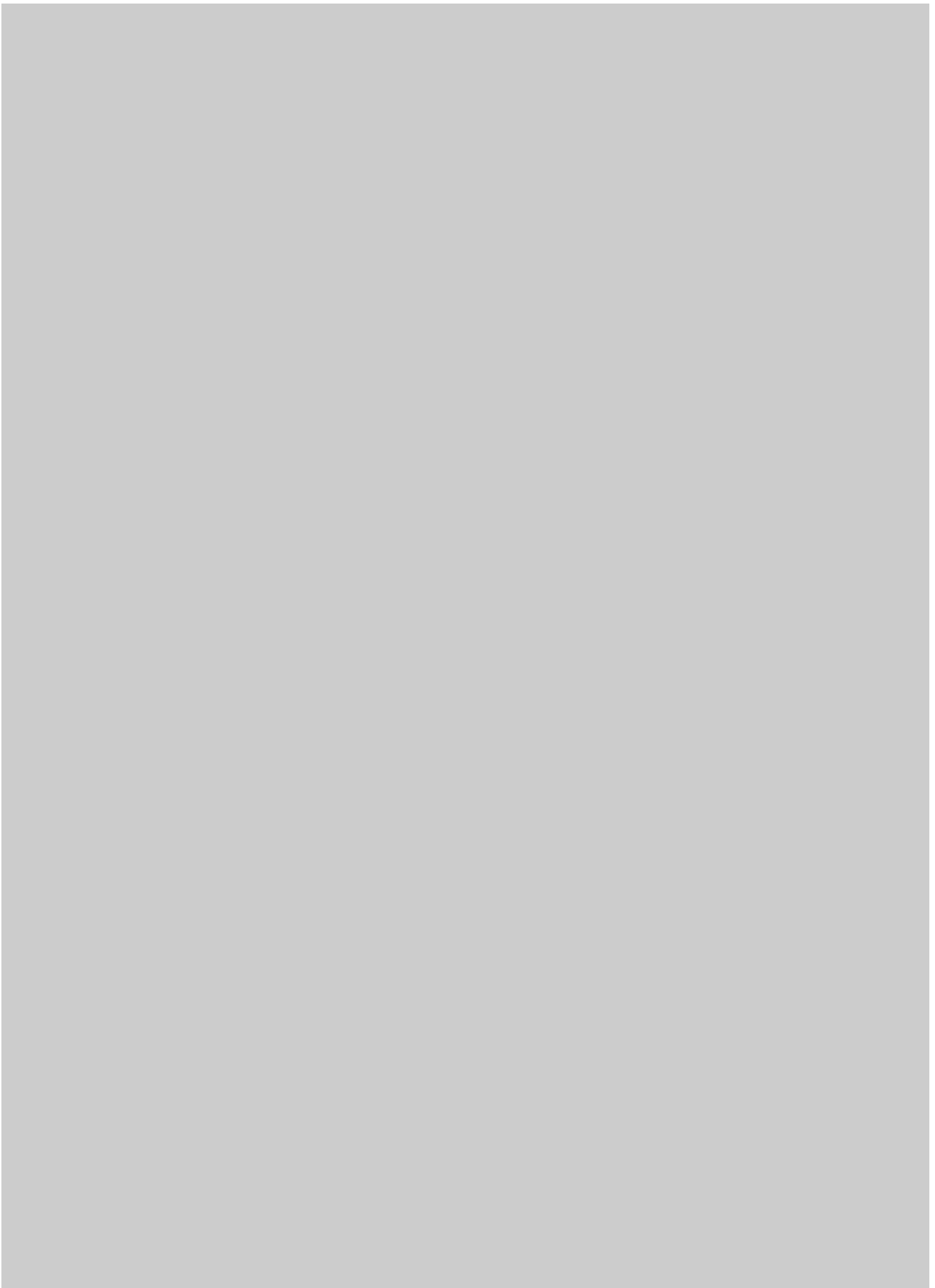
Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

ISSN 1695-0887

Dep. legal: B. 39.017 - 2002

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

Printed in Spain - Impreso en España



RETROSPECTIVA

El punto de partida de la obra neurohistológica de Cajal

Cuatro años en la Universidad de Valencia (1884–87)

José María López Piñero

Como todas las “grandes figuras”, Cajal sufre una mitificación falseada. Sigue afirmándose que fue autodidacta, a pesar de la forma emocionada y generosa en la que reconoció el magisterio de Aureliano Maestre de San Juan y de Luis Simarro. Las personalidades que se limitan a prodigarle elogios retóricos han llegado a decir, con total carencia de información, que “surgió por generación espontánea” o que fue un “milagro” en un país ajeno a la ciencia. Frente a estos tópicos triviales, la investigación histórico-médica está realizando un detenido análisis de las sucesivas etapas de su actividad científica. Los cuatro años en los que fue catedrático de la Universidad de Valencia corresponden al punto de partida de su obra neurohistológica.

Cajal ganó el 5 de diciembre de 1883 las oposiciones a una de las dos cátedras de anatomía de la facultad de medicina de Valencia. La memoria que había redactado, con el título reglamentario de *Concepto, método y programa de anatomía descriptiva y general*, es indispensable para conocer las ideas que le sirvieron de base para iniciar su obra. Era ya entonces plenamente consciente de las limitadas posibilidades que ofrecía la

anatomía descriptiva. Sobre unos supuestos epistemológicos todavía imprecisos, había descubierto los objetivos de otras vertientes más ambiciosas de la morfología. El conocimiento del evolucionismo y de los estudios comparados había contribuido a modificar su mentalidad, pero su interés estaba ya centrado en la histología. Su condición de fiel discípulo de Maestre se refleja en la estructuración de la anatomía microscópica que defendió en la memoria: “A pesar del orden de exposición seguido por Frey, Kölliker, Krause y otros, nosotros seguiremos el que indica el Dr. Maestre de San Juan en su tratado, por creerlo el más científico y el más lógico”.

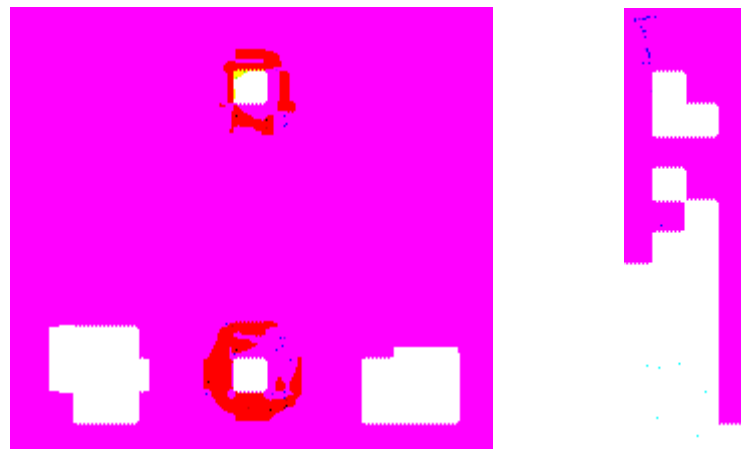
El claustro valenciano al que se incorporó era seguidor de la nueva medicina basada en la investigación experimental. Citaremos únicamente dos profesores por su relación directa con el inicio de la obra de Cajal. Peregrín Casanova, discípulo de Haeckel e introductor del darwinismo en la enseñanza morfológica española, ocupaba la otra cátedra de anatomía. En varios artículos y en el libro *La biología general* (1877) había destacado que la histología, tras una fase descriptiva, se encontraba en otra explicativa, sobre todo mediante la ley biogénica, que Cajal convertiría en uno de los principales fundamentos de su

investigación neurohistológica. José Crous Casellas, catedrático de patología médica, había impartido el primer curso universitario español sobre neurociencias, cuyas lecciones recogió en un *Tratado elemental de anatomía y fisiología normal y patológica del sistema nervioso* (1878). Sus figuras sobre la médula espinal, el cerebelo y la corteza cerebral merecen ser comparadas con las ilustraciones de los trabajos de Cajal diez años después, como reflejo del decisivo avance que éstos significaron. Cajal publicó su primer artículo (1884) en la revista de Crous *Las Ciencias Médicas*. La Facultad había celebrado en 1873 un “claustro en favor de la histología”, que elevó una protesta al gobierno porque se hubiera dotado únicamente la cátedra madrileña de la disciplina. Se expuso que, a partir de los años sesenta, se daban prácticas obligatorias con “el uso del microscopio en las lecciones de histología” y se utilizaba el examen histopatológico de las piezas operatorias en los servicios hospitalarios de medicina interna, cirugía y ginecología. En relación con la micrografía, se destacaron los libros de dos de sus profesores: los compendios anatómicos que José María Gómez Alamá había publicado desde 1867 hasta 1872 y las monografías sobre la inflamación

1. PORTADA DEL PRIMER fascículo del *Manual* (1884).



2. PORTAOBJETOS con etiqueta del laboratorio de Cajal en Valencia. Grabado del primer fascículo del *Manual* (1884).



de León Sánchez Quintanar (1861 y 1871). Por último, se dio noticia de los laboratorios “de histología e histoquímica con los microscopios más perfeccionados”. Dichos laboratorios los dirigía Elías Martínez Gil, cuya excepcional competencia técnica condujo a que fueran premiadas las preparaciones que, en nombre de la Facultad, presentó en la Exposición Universal de París (1867) y en la de Viena (1873). Cajal conocía muy bien la labor de Gómez Alamá y Sánchez Quintanar porque su padre, que estudió medicina en Valencia, los había tenido en el tribunal de licenciatura, como ha demostrado recientemente la documentación publicada por F. Vera Sempere. Ambos son ejemplos típicos de los médicos que, con su esfuerzo personal, consiguieron superar el total hundimiento de la actividad científica española durante el primer tercio del siglo XIX. En su caso, reanudaron la tradición de la cátedra de anatomía de Valencia, una de las primeras de Europa (1501), que contaba con un “microscopista clásico” de la talla de Crisóstomo Martínez (1638-c. 1694).

Plenamente integrado en este ambiente, Cajal se sintió atraído por la bacteriología, la psicoterapia y la anatomía comparada filogenética, a pesar de lo cual se dedicó a la histología. Con su proverbial tenacidad, acometió la verificación sistemática de la disciplina con observaciones micrográficas propias. La aparición de su *Manual de Histología* en ocho fascículos desde 1884 a 1888 permitió que se fuera manifestando el profundo cambio que su preparación científica experimentó a lo largo del lustro. En el primer fascículo, la orientación dominante era todavía la procedente de Maestre y de la escuela parisina de Louis A. Ranvier, aunque ya tenían cierto peso las alemanas. Estas fueron creciendo en importancia a partir de los capítulos so-

bre citología, que los basó principalmente en las aportaciones de Walther Flemming. En los dos últimos fascículos, dedicados, entre otros temas, al sistema nervioso, expuso ya sus importantes hallazgos iniciales de investigador original. Publicó, además, diez “notas de laboratorio” en *La Crónica Médica* y el *Boletín del Instituto Médico Valenciano* y veintisiete capítulos de un amplio diccionario médico, también editado, como las revistas, por el grupo experimentalista valenciano al que pertenecía. Las traducciones al francés de tres “notas” fueron sus primeros trabajos publicados en el extranjero, concretamente en la revista que dirigía Wilhelm Krause.

Cajal iba muy pronto a encontrar el camino que conduciría a su gran obra científica. En 1887 fue nombrado miembro de un tribunal de oposiciones a cátedra y residió unos días en Madrid, que aprovechó para visitar los principales laboratorios micrográficos. Estuvo, por supuesto, en el de Maestre, a quien pocos meses después dejaría ciego un desgraciado accidente de laboratorio. No obstante, la visita que influyó decisivamente en su trayectoria científica, decidiéndole a consagrarse a la investigación histológica del sistema nervioso, fue la que realizó al laboratorio de Luis Simarro. “Debo a L. Simarro, el afamado psiquiatra y neurólogo de Valencia —afirmó luego en sus *Recuerdos*— el inolvidable favor de haberme mostrado las primeras buenas preparaciones con el proceder del cromato de plata, y de haber llamado la atención sobre la excepcional importancia del libro del sabio italiano, consagrado a la inquisición de la fina estructura de la sustancia gris. Merece contarse el hecho, porque sobre haber tenido importancia decisiva en mi carrera, demuestra una vez más la potencia vivificante y dinámogena de las cosas vistas”. Cajal se refería, por supuesto, a

Camillo Golgi —con quien compartiría en 1906 el premio Nobel de medicina—, a su tratado *Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso* (1886) y a su método de impregnación cromoargéntica, primera técnica que permitió teñir de modo preciso y selectivo las células nerviosas y sus prolongaciones. “A mi regreso a Valencia —continúa diciendo en sus *Recuerdos*— decidí emplear en grande escala el método de Golgi y estudiarlo con toda la paciencia de que soy capaz. Innumerables probaturas, hechas por Bartual y por mí, en muchos centros nerviosos y especies animales, nos convencieron de que el nuevo recurso analítico tenía ante sí brillante porvenir”. Estos ensayos con su discípulo Juan Bartual Moret quedaron interrumpidos por su traslado, el 2 de noviembre de aquel mismo año, a la cátedra de histología de Barcelona, única que dotó entonces la organización centralista universitaria.

Cajal se mantuvo vinculado al grupo de médicos experimentalistas de Valencia en el que tan plenamente se integró. Ello explica que el año 1889 publicara en el *Boletín del Instituto Médico Valenciano* tres trabajos cruciales: “Coloración por el método de Golgi de los centros nerviosos”, “Nota preventiva sobre la estructura de la médula embrionaria” y “Nuevas aplicaciones del método de coloración de Golgi”. En julio de 1891 expuso por vez primera la ley de la polarización dinámica de las neuronas —una de sus aportaciones teóricas más importantes— en una comunicación al Primer Congreso Médico-Farmacéutico Valenciano, que se publicó después en sus actas. La tituló “Comunicación acerca de la significación fisiológica de las expansiones protoplasmáticas y nerviosas de las células de la sustancia gris” y se considera actualmente un texto clásico fundamental de las neurociencias.

4. PAGINA INICIAL de la primera de las diez “notas de laboratorio” publicadas por Cajal en Valencia (1885).



3. “CELULA PIRAMIDAL superficial de la circunvolución frontal ascendente del *Cercopithecus*”. Grabado del último fascículo del *Manual* (1888).



5. “ESQUEMA DE LOS EMPALMES CELULARES de la mucosa olfatoria, bulbo olfatorio, tractus y lóbulo olfatorio del cerebro. Las flechas indican la dirección de la corriente”. Figura 1ª de la comunicación de Cajal al Primer Congreso Médico-Farmacéutico Valenciano (julio de 1891).

ENCEFALOSCOPIO

Rastreando la cocaína

Por su fina sensibilidad y exigente selectividad, con frecuencia creciente se recurre a las biomoléculas para construir sensores empleados en la detección de fármacos y explosivos. No basta, sin embargo, que el sensor reconozca y se enlace con la molécula deseada. Se requiere, además, que de su interacción tengamos noticia perceptible, en lo posible un cambio de color. Se sabía que el aptámero, un oligonucleótido, mostraba especial inclinación por unirse a la cocaína. Stojanovic y Landry han creado un sensor formado por aptámero y colorante. Al añadirse cocaína al compuesto, aquélla desplaza al colorante. Las autoridades podrían disponer, así, de un instrumento fiable de detección en su lucha contra el tráfico de la droga.



Erythroxylon coca Lam.

Protegerse la cabeza

El casco militar tiene una larga historia que podemos recorrer en las salas de escultura de los museos. Durante los siglos XIII y XIV la infantería italiana utilizó uno muy elaborado, la *cervelliera*, para defenderse de los golpes mortales de la espada de la caballería. John Muendel (*Early Science and Medicine*, vol.7, n.º 2, 2002), que ha estudiado la manufactura de esa pieza metálica, destaca el cuidado puesto por los herreros en su forja y el extraordinario éxito comercial que alcanzó en la Europa de Dante.

Sansón luchando contra los filisteos con la quijada de un asno.

En el que se bate en retirada a la derecha se advierte la cervelliera. (Detalle de Maciejowski Bible, ca. 1250.)

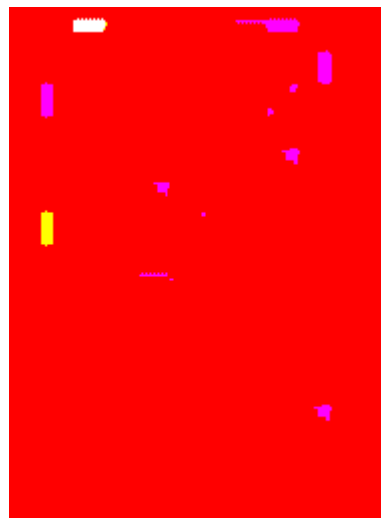
De la fantasía, el nombre

Donde la ciencia no llegaba, la imaginación creó seres fantásticos. Carolus Linnaeus se propuso limpiar del jardín de la naturaleza plantas y animales imaginarios. Así lo afirmaba categóricamente en la sexta edición de su *Systema naturae*, aparecida en 1748. En ese empeño se rectificaba a sí mismo. En todas las ediciones del *Systema* estableció tres reinos de la naturaleza: “piedras, que crecen; plantas, que crecen y viven; y animales, que crecen, viven y sienten”. En las primeras —desde la inicial de 1735—, sin embargo, incluía los “Paradoxa”, grupo donde hallaban cobijo, entre otras bestias monstruosas, la hidra y el escarabajo de la muerte. De algunos mantuvo el nombre. Así, “Pelecanus” para un ave, “Hydra” para un celentéreo y “Draco” para un reptil.



Raíces cerebrales del tartamudeo

Tartamudo dicen que fue Demóstenes, maestro de oratoria. Alfred Adler lo tomó incluso para ejemplificar su idea del “complejo de inferioridad orgánico”. La investigación prosopográfica, sin embargo, se inclina por acotar el defecto del heleno a una pronunciación incorrecta de ciertos sonidos y a una falta de aire, es decir, a una respiración dificultosa, clavicular. La raíz genuina del tartamudeo parece hallarse en la materia blanca que une las estructuras cerebrales implicadas en el movimiento de la lengua. En el ensayo esclarecedor que acometió recientemente el grupo encabezado por Christian Büchel, de la Universidad de Hamburgo, participaron 15 individuos tartamudos y otros 15 de habla suelta. Ambos grupos tenían en común la edad y ciertas cualidades. Para cartografiar el mapa de los cerebros respectivos, los neurólogos alemanes se valieron de la técnica de formación de imágenes por tensor de difusión, capaz de registrar detalles finísimos de la materia blanca: fibras nerviosas, rodeadas por mielina, que constituyen en torno al 90 por ciento del cerebro. Observaron en el camino que las fibras situadas en la zona izquierda del cerebro, adyacente al opérculo de Rolando, se hallaban un 30 por ciento más relajadas en los tartamudos.



Demóstenes (Museo Nacional, Roma).

Raíces genéticas del retraso mental

En la regulación de la presión sanguínea y en el balance electrolítico, AGTR1, un receptor de la angiotensina II, cumple una función decisiva. Menos conocida era la misión que desarrolla otro receptor de dicha proteína, el AGTR2, que se expresa en el cerebro, aunque no sólo allí. De ahí la expectación

que ha despertado el descubrimiento que convierte su gen determinante (*AGTR2*) en el promotor del retraso mental asociado al cromosoma X. De la obscuridad el receptor ha pasado a ser un presumible responsable del desarrollo cerebral vinculado con la función cognitiva.



Mayor protagonismo (paradójico) para los astrocitos

Los astrocitos son las células estrelladas del sistema nervioso central. Se les ha venido otorgando una función ancilar, de mero soporte de las neuronas. Comienzan, sin embargo, a aparecer nuevas tareas de los mismos; por ejemplo, en la regulación del desarrollo. De acuerdo con un estudio reciente sobre los factores que controlan el destino final de las células del tallo, los astrocitos del hipocampo pueden instruir la formación de neuronas. Lo que no deja de resultar un tanto paradójico, si tenemos en cuenta que la mayoría de las neuronas se generan antes de que surjan los astrocitos.

Astrocitos procedentes del tejido de la retina de un gato.

El lenguaje, propiedad distintiva

El lenguaje es un rasgo exclusivo del hombre. Del mismo carecen, pues, los chimpancés y otros primates. Se basa en un control sutil de la laringe y la boca. El año pasado se descubrió un gen asociado con dicha facultad. Los miembros de una familia con una mutación puntual en el gen *FOXP2* tenían graves dificultades en la articulación y reflejaban también minusvalías en el lenguaje y en la gramática. Wolfgang Enard y otros investigadores, del Instituto Max Planck y de la Universidad de Oxford, han examinado los genes equivalentes en el chimpancé, gorila, orangután, macaco y ratón y los han comparado

con la versión humana. De ese cotejo se desprende que el gen *FOXP2* humano contiene dos cambios clave en la secuencia, que han operado en el curso de la selección. Tales cambios podrían condicionar nuestra capacidad de controlar los movimientos faciales y, por tanto, desarrollar un lenguaje. La variante génica que posibilitó el lenguaje podría haberse propagado entre la población a lo largo de los últimos 200.000 años de la historia humana —en la época en que emergió el hombre moderno desde un punto de vista anatómico—, lo que sin duda se convertiría en una poderosa fuerza de expansión.



Regeneración de las neuronas: la culpa de los inhibidores

Las neuronas se comunican entre sí a través de los axones y las dendritas, unas extensiones o procesos del citoplasma. En el curso del desarrollo, los axones y las dendritas siguen pautas de diferenciación distintas. En el individuo adulto, el daño nervioso producido por lesión o enfermedad suele afectar a los axones largos. De acuerdo con la doctrina común, no se regeneran los axones lesionados del nervio óptico, cerebro y médula espinal. Se ha venido atribuyendo esa incapacidad al entorno inhóspito que contiene proteínas inhibitoras del desarrollo; y en coherencia con esa idea, los esfuerzos para regenerar la estimulación del sistema nervioso central se han venido centrandos en la modificación del medio. Entre los inhibidores identificados destaca Nogo, producido por las células mielinizantes. Otro, recién descubierto, es la glucoproteína OMgp.

Esbozo de una sección cerebelosa.

Regeneración de las neuronas: la culpa del desarrollo

Pero merecía la pena preguntarse si los cambios adquiridos en el curso del desarrollo mermaban también la capacidad de las neuronas adultas de regenerar sus axones. Jeffrey L. Goldberg, Matthew P. Klassen, Ying Hua y Ben A. Barres han comprobado a este respecto que las células ganglionares

retinianas posnatales de la rata no pueden promover el desarrollo de axones con la misma rapidez que sus análogas embrionarias, ni siquiera en los entornos más favorables. Queda así patente que el fracaso de la regeneración de los axones del sistema nervioso central del adulto no se debe sólo al entorno local, sino que constituye también una propiedad adquirida por el propio sistema.

Apnea y libido

Del cuatro al nueve por ciento de los varones adultos padecen apnea del sueño y respiran mal mientras duermen. Su respiración se interrumpe hasta cientos de veces por la noche. Para algunos lo peor no es eso. Además del ruido molesto que acompaña al fenómeno, un equipo investigador

del Instituto Politécnico de Israel ha demostrado que los pacientes producen bastante menos testosterona que los varones que respiran con normalidad. Dicho de otro modo, su libido se resiente. ¿Mejoraría su apetito sexual una terapia que restableciera la respiración nocturna?

Genética del miedo

Si no es fácil nunca vincular el fenotipo al genotipo, mucho menos resulta cuando se trata de manifestaciones de la conducta. Daniel Weinberger, del norteamericano Instituto Nacional de Salud Mental en Bethesda, acaba de demostrar que las personas con diferentes versiones de un mismo gen manifiestan pautas distintas de actividad cerebral en respuesta a estímulos emotivos, en cuyo proceso interviene de forma destacada la serotonina. El gen en cuestión, que determina una proteína encargada de devolver la serotonina a las neuronas, se presenta en dos versiones o alelos, que se distinguen por la longitud de su región promotora, es decir, por la extensión del segmento que controla la propia expresión del gen. Quienes llevan en su genoma el alelo corto, hasta un 70% de la población occidental, son más propensos a mostrar signos de ansiedad y miedo.



Cerebro de hombre, cerebro de ratón

Muchas son las diferencias, y no sólo cuantitativas, que median entre el cerebro del hombre y el del ratón. Se acaba de comprobar que el neocórtex humano presenta dos linajes de neuronas GABAérgicas, de una de las cuales carece la estructura de los muridos. El alcance evolutivo de esa observación reviste sumo interés. El neurotransmisor GABA (siglas

con que se abrevia el ácido gamma-aminobutírico) es un inhibidor de las neuronas de circuito local. Cabe, pues, suponer que los cambios en la pauta de expresión de los factores de transcripción del prosencéfalo podrían guardar relación con los programas, peculiares de cada especie, atinentes a la creación de circuitos locales.