

Contorno y dintorno de la obra cajaliana

Sobre Santiago Ramón y Cajal se ha escrito mucho desde que su obra comenzó a tener trascendencia científica y un progresivo impacto social. Investigador de la estructura histológica del sistema nervioso, sus aportaciones lograron tal nivel de relevancia que, en nuestros días, resulta casi imposible dar un paso hacia delante en la búsqueda de nuevos saberes sobre el sistema nervioso sin tener el otro pie firmemente asentado en alguna contribución suya.

Afirma Pedro Laín Entralgo en su artículo «Cajal y el saber científico» (pág. 6) que son dos las actitudes tóxicas que suelen darse en nuestra sociedad frente a la realidad de Cajal: el desconocimiento y la beatería. Y añade que, a su juicio, ambas son dos agresiones contra esa realidad. El monográfico que la colección *Cuadernos de Mente y Cerebro* dedica a Ramón y Cajal constituye, en mi opinión, una excelente oportunidad para que un número amplio de lectores, de campos muy diversos, pueda acceder a un conocimiento sintético y rigurosamente documentado sobre la realidad y la vigencia de la obra cajaliana. Una realidad que, debido a las múltiples facetas de Cajal y a su vasta obra neurohistológica, no resulta nada fácil de abordar en su conjunto.

La relación de artículos seleccionados en el presente número está subdividida en tres grandes apartados: el Cajal científico, sus contemporáneos y sus descubrimientos y legado. Entre los autores destacan historiadores de la medicina y de la ciencia como Pedro Laín Entralgo, José María López Piñero, Helio Carpintero o José Manuel Sánchez Ron, y científicos y divulgadores como Manuel Nieto Sampedro,

Juan Lerma, Gertrudis Perea, Alfonso Araque, Marta Navarrete, Klaus Stiefel, Elena Giné Domínguez, Cristina Nombela Otero y Fernando de Castro Soubriet.

A modo de preludio, la presente introducción tiene por objeto establecer el contorno y el dintorno de la obra cajaliana; esto es, la visión global y de conjunto que ofrece su extensa producción científica y el modo personal con el que Cajal aborda su propia investigación. A mi modo de ver, el conocimiento del contorno y el dintorno de su figura puede ayudarnos a una mejor comprensión del porqué de su trayectoria vital y de su presencia y vigencia en la ciencia y la sociedad de nuestros días.

La visión global de las aportaciones de Cajal nos permite distinguir tres grandes etapas en su producción científica: la primera conduce a la teoría de la neurona; la segunda consiste en la identificación y descripción de los distintos circuitos neuronales existentes en los centros nerviosos, y la tercera radica en la identificación y la descripción de patrones de degeneración y regeneración nerviosa.

En la primera etapa, las aportaciones de Cajal logran extender la teoría celular, según la cual la célula es la unidad elemental de los organismos vivos, al sistema nervioso, demostrando la individualidad de la neurona, la existencia y variabilidad de las espinas dendríticas y los tipos de terminaciones axónicas. En la segunda etapa, sus aportaciones logran identificar y establecer los diferentes circuitos neuronales de los centros nerviosos. Mediante lo que Cajal denomina el «principio de la polarización dinámica», otorga, además, a

dichos circuitos una orientación funcional, explicando la transmisión nerviosa a través de cadenas de neuronas. En cada una de ellas existiría una zona receptora de mensajes, una de integración y otra de conducción y liberación de los mismos. El fruto de este trabajo ímprobo se recoge en su conocido libro *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*, un clásico, a mi entender, a la altura de los *Principia mathematica* de Newton o de *El origen de las especies* de Darwin; obras todas ellas que abren puertas hacia mundos nuevos por explorar. El libro de Cajal sigue editándose periódicamente desde hace más de cien años y constituye un volumen de referencia imprescindible en cualquier centro de investigación en sistema nervioso.

Finalmente, en la tercera etapa de su investigación, Ramón y Cajal se adentra en los procesos de degeneración y regeneración nerviosa y desarrolla incluso protocolos experimentales muy similares a los que hoy se desarrollan en ingeniería tisular. Además de llevar a cabo esta importante contribución al conocimiento de la neurona, Cajal contribuye, con algunas aportaciones pioneras, al conocimiento de la glía, sobre todo en lo que a su identificación se refiere, y al hecho de postular para ella un papel funcional más activo, distinto al de soporte, asignado hasta entonces a esas células.

La visión global o de contorno de la obra cajaliana hay que completarla analizando su modo de trabajar. Su modelo es la investigación planificada. Sus hallazgos surgen siempre de una exploración sistemática, previamente diseñada. Nada de serendipias.

Por otra parte, el proceso investigador de Cajal se sustenta en una continua innovación técnica que precede siempre a sus descubrimientos más importantes. La modificación del método de Golgi y la invención de los métodos del nitrato de plata reducido o del cloruro de oro sublimado son excelentes ejemplos de este modo de proceder. A ello se une, por último, la puesta en práctica de un modelo innovador, el método ontogenético y filogenético, que aplica a toda su obra y que en nuestros días se encuentra plenamente asumido en la investigación biomédica. Se trata de comparar las estructuras complejas del adulto con las más simples de las etapas embrionarias y las evolutivas de otras especies similares.

No puede sorprendernos que con esta serie de aportaciones, todas ellas relevantes, pormenorizadas y pioneras, Cajal sea el autor clásico más citado. Su proyección científica crece

y verificaciones constantes fruto, como antes se indicó, de una planificación exhaustiva. Lo que busca es una ciencia basada en hechos definitivos contra los que, en sus propias palabras, «ni el tiempo ni los hombres podrán nada». Cajal muestra igualmente en sus escritos una extraordinaria vocación de servicio. Y a tal efecto escribe: «La ciencia no tiene patria, pero los científicos sí». Su patriotismo es, como señala José Luis González Quirós, un patriotismo de virtud, de compromiso ético con la comunidad de la que forma parte y a la que constantemente invita a progresar y superarse. Se trata de un compromiso ético que lleva, además, al buen uso de los fondos públicos aportados por los contribuyentes. Cuando afirma: «Columbro al través de cada moneda recibida la faz curtida del campesino que sufraga nuestros lujos académicos y científicos», manifiesta la necesidad de aprovechar al máximo los recursos

practicaban. Su defensa, por ejemplo, en el discurso de recepción del premio Nobel, de la importancia que tiene la labor colectiva en el descubrimiento científico citando como hizo, uno por uno, a todos los colegas que con él habían contribuido al descubrimiento de la teoría de la neurona, resulta reveladora. La acogida que da en España a investigadores judíos perseguidos por el nazismo o la intercesión que hace a favor de histólogos italianos perseguidos por el fascismo es, asimismo, admirable en un hombre de más de setenta años. Y en España, el nombramiento como director del laboratorio de la Residencia de Estudiantes que Cajal facilita a Pío del Río-Hortega tras la salida de este de su laboratorio por la ruptura temporal que se produjo entre ambos, resulta igualmente encomiable.

Como se indicaba al comienzo de esta introducción, la lectura de los artículos seleccionados en la presente monografía va a permitirnos percibir la presencia y la influencia de Cajal en algunas de las áreas más novedosas en las que hoy se debate la investigación del sistema nervioso.

Pero esta presencia no es coyuntural, casual o anecdótica. En el caso de Cajal, su presencia y su vigencia son fruto de una aportación científica cardinal sobre la que pivota el conocimiento que hoy tenemos del sistema nervioso en su conjunto y que, por tanto, incide y afecta al conocimiento de todas sus particularidades. Una aportación lograda, además, humana y científicamente, desde unos valores (la búsqueda perseverante de la verdad científica, el compromiso con la sociedad y la solidaridad con la ciencia y los científicos) que pueden seguir iluminando, y para bien, a las nuevas generaciones de científicos.

«Sus hallazgos surgen siempre de una exploración sistemática, previamente diseñada. Nada de serendipias»

con el tiempo, y su figura se incorpora al Olimpo que forman esos grandes seres humanos que han ayudado a la humanidad a desbrozar y a entender con más claridad el mundo en que vivimos. Como Newton y como Darwin en sus respectivas áreas del saber, Cajal abrió con sus aportaciones la puerta del sistema nervioso.

En lo que concierne al conocimiento de dintorno, son las propias palabras de Cajal y algunos rasgos de su conducta los que más pueden ayudarnos a conocer cómo vivió y sintió su actividad científica e investigadora. A este respecto, Cajal se muestra en sus escritos devoto de lo que él llama la «religión del trabajo»: un trabajo serio y riguroso que busca continuamente la verdad, con comprobaciones

disponibles o, lo que es lo mismo, la necesidad de trabajar con lo que se tiene tratando de alcanzar el máximo rendimiento posible.

La voluntad es, asimismo, principio motor de la obra cajaliana como por contraste refleja en su célebre frase: «No hay cuestiones agotadas, sino hombres agotados en las cuestiones». Su voluntad de superación humana y profesional tras regresar enfermo de la guerra de Cuba o la persistencia en conseguir que el gran histólogo Kölliker observase sus preparaciones y, por tanto, sus hallazgos, constituyen dos buenos ejemplos de lo arriba indicado. En el curso de su vida, Cajal puso también de relieve un claro ejercicio de solidaridad con los científicos y con la ciencia que

Antonio Campos es catedrático de histología de la Universidad de Granada y académico de Número de la Real Academia de Medicina de España, donde ocupa el sillón Ramón y Cajal.



2 **Presentación**

Contorno y dintorno de la obra cajaliana

Por Antonio Campos

El Cajal científico

6 **Cajal y el saber científico**

La mente de Santiago Ramón y Cajal no era solo de investigador, sino también de sabio. La capacidad de asombro, la interrogación constante y la disposición de cambiar de opinión si la realidad lo exige caracterizan el conocimiento cajaliano.

Por Pedro Laín Entralgo

14 **El punto de partida de la obra neurohistológica de Cajal**

Los cuatro años en los que Cajal fue catedrático de la Universidad de Valencia coinciden con el inicio de su obra neurohistológica. *Por José María López Piñero*

18 **Cajal y la estructura histológica del sistema nervioso**

La mitificación de Santiago Ramón y Cajal ha conducido a una imagen tópica basada en varios supuestos que falsean la realidad de su trayectoria científica. *Por José María López Piñero*

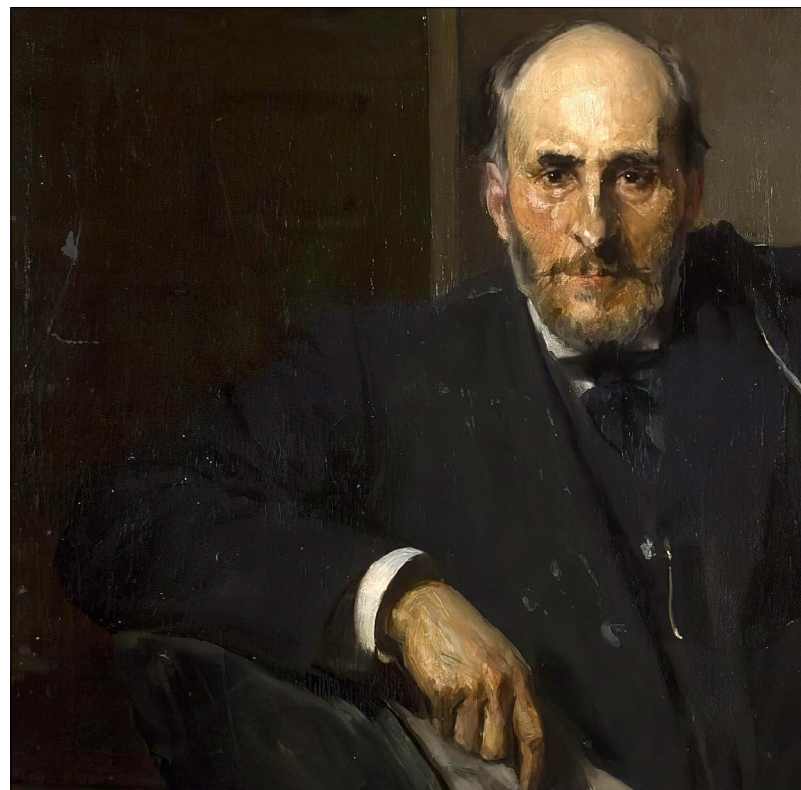
Cajal y sus contemporáneos

28 **Las científicas «invisibles» de la escuela de Cajal**

Santiago Ramón y Cajal supo rodearse de discípulos cuyos nombres pasaron a la historia de la ciencia y ayudaron a consolidar la teoría neuronal. Rescatamos del olvido a las mujeres que formaron parte de esa escuela cajaliana. *Por Elena Giné Domínguez, Cristina Nombela y Fernando de Castro Soubriet*

36 **Psicología y cerebro. La tradición española**

A la gran aportación española en torno al sistema nervioso, efectuada por Cajal y su escuela, la acompañan otras especulaciones originales sobre la mente y su base biológica, las cuales brotan de la creatividad científica de dos coetáneos. Luis Simarro y de Ramón Turró. *Por Helio Carpintero*



44 **Charles Scott Sherrington, sinapsis y reflejos**

El premio nóbel Charles Scott Sherrington abordó el funcionamiento del sistema nervioso desde una doble óptica anatómica: la neurona y la sinapsis. Ello no solo le distinguió de todos los neurofisiólogos de su tiempo, sino que le valió para apuntalar la teoría cajaliana de la neurona. *Por José María Valderas*

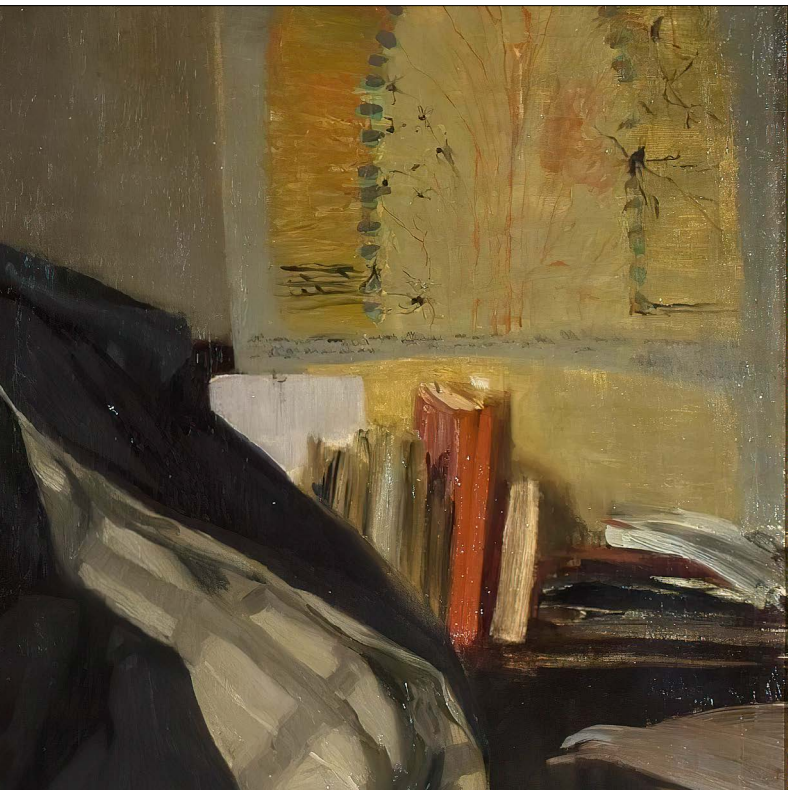
52 **La difusión de la obra de Cajal**

Una red de fieles colegas se esforzaron por hacer llegar a la comunidad internacional los resultados del histólogo hispano. Así lo revela el estudio de sus correspondencias. *Por José Manuel Sánchez Ron*

Descubrimientos y legado

58 **Plasticidad neural**

Para que los vertebrados se adapten a las diversas condiciones ambientales y fisiológicas resultan básicos los cambios en las conexiones del sistema nervioso, en la morfología y función de la glía y su interacción con las neuronas. En pocas palabras, se requiere plasticidad neural. *Por Manuel Nieto Sampedro*



DOMINIO PÚBLICO

68 Comunicación neuronal

El concepto de comunicación neuronal ha marcado una era de investigación científica, habiéndose establecido los mecanismos básicos que rigen la transmisión de la información que maneja el sistema nervioso. Ello ha llevado a establecer que la función cerebral está basada en la correcta labor de esta maquinaria. *Por Juan Lerma*

78 Sinapsis tripartita

Durante decenios se supuso que la neuroglía desempeñaba una simple función de soporte de las neuronas. Nuevos hallazgos indican que las células de la glía intervienen de una manera activa en el procesamiento cerebral de la información.

Por Gertrudis Perea y Alfonso Araque

86 El ayer y hoy de los astrocitos

Santiago Ramón y Cajal desarrolló pioneras contribuciones en el estudio de la neuroglía. Las investigaciones actuales confirman sus hipótesis ahora centenarias. *Por Alfonso Araque y Marta Navarrete*

92 Las dendritas, antenas neuronales

Para recibir señales y poderlas procesar, cada neurona dispone de ramificaciones dendríticas. Su estructura constituye una auténtica filigrana y sus funciones son muy variadas. *Por Klaus M. Stiefel*

Colaboradores de este número Asesoramiento y traducción:

Francesc Asensi: *Las dendritas, antenas neuronales*

Portada: Óleo de Raimundo de Madrazo (1906), Ateneo de Madrid, modificado por *Mente y Cerebro*, Dominio público

Mente y Cerebro

Directora editorial: Laia Torres Casas
Ediciones: Yvonne Buchholz,
Anna Ferran Cabeza, Ernesto Lozano Tellechea
Director de máquetin y ventas: Antoni Jiménez Arnay
Desarrollo digital: Marta Pulido Salgado
Producción: M.ª Cruz Iglesias Capón, Albert Marín Garau
Secretaria: Eva Rodríguez Veiga
Administración: Victoria Andrés Laiglesia
Suscripciones: Olga Blanco Romero

EDITA

Prensa Científica, S.A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413
e-mail precisa@investigacionyciencia.es
www.investigacionyciencia.es

Gehirn und Geist

Chefredakteur: Daniel Lingenhöhl (verantwortlich)
Artdirector: Karsten Kramarczik
Redaktionsleitung: Hartwig Hanser
Redaktion: Steve Ayan, Liesa Bauer, Katja Gaschler,
Anna von Hopfgarten, Michaela Maya-Mrschtik, Daniela Zeibig
Schlussredaktion: Christina Meyberg, Sigrid Spies,
Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann, Anke Lingg, Gabriela Rabe
Geschäftsleitung: Markus Bossle

DISTRIBUCIÓN

para España:
LOGISTA, S. A.
Pol. Ind. Polvoranca - Trigo, 39, edificio B
28914 Leganés (Madrid)
Teléfono 916 657 158
para los restantes países:
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª - 08021 Barcelona

PUBLICIDAD

Prensa Científica S. A.
Tel. 934 143 344
publicidad@investigacionyciencia.es

ATENCIÓN AL CLIENTE

Teléfono 935 952 368
contacto@investigacionyciencia.es

Copyright © 2020 Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH,
D-69126 Heidelberg
Copyright © 2020 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 edición impresa: 2253-959X ISSN edición digital: 2385-569X
Dep. legal: B. 3021 - 2012

Imprime Rotimpres
Pla de l'Estany s/n - Pol. Ind. Casa Nova 17181 Aiguaviva (Girona)
Printed in Spain - Impreso en España