

LAS REDES NEURONALES VISUALES DE RAMÓN Y CAJAL: COMENTARIOS SOBRE EL FACSIMIL DE UNO DE SUS DIBUJOS MANUSCRITOS EXPUESTO EN EL MUSEO DE HISTORIA DE LA MEDICINA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA DE COLOMBIA

Alberto Gómez Gutiérrez¹, Mercedes Olaya Contreras², Juan Andrés De Carlos Segovia³,
Santiago Ramón y Cajal Agüeras⁴

Resumen

La obra de Santiago Ramón y Cajal ha sido ampliamente comentada en biografías y artículos científicos. El presente texto busca aportar información historiográfica sobre una ilustración facsimilar donada a la Academia Nacional de Medicina de Colombia, que se encuentra expuesta en su Museo de la Historia de la Medicina en Bogotá. Para el efecto, se recurrió a los archivos del Instituto Cajal en Madrid, España, en donde se conserva su legado original.

Palabras clave: *Historia de la Medicina; Anatomía; Ojo; Redes Visuales.*

-
- 1 PhD. Instituto de Genética Humana, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Academia Nacional de Medicina, Bogotá, Colombia.
 - 2 MD, PhD. Departamento de Patología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Servicio de Patología, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.
 - 3 PhD. Departamento de Neurobiología Molecular, Celular y del Desarrollo, Instituto Cajal, Madrid, España.
 - 4 MD, PhD. Departamento de Patología, Hospital Universitario Val d'Hebron, Barcelona, España. Real Academia Nacional de Medicina, Madrid, España.

THE VISUAL NEURAL NETWORKS OF RAMÓN Y CAJAL: COMMENTS ON THE FACSIMILE OF ONE OF HIS HANDWRITTEN DRAWINGS EXHIBITED AT THE MUSEUM OF THE HISTORY OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMY OF MEDICINE OF COLOMBIA

Abstract

The work of Santiago Ramón y Cajal has been widely commented in biographies and scientific articles. This text seeks to provide historiographical information on a facsimile illustration donated to the National Academy of Medicine of Colombia, currently on display in its permanent collections at the Museum of the History of Medicine in Bogotá. For this purpose, we accessed the archives of the Cajal Institute in Madrid, Spain, where his original legacy is preserved.

Keywords: *History of Medicine; Anatomy; Eye; Visual Networks*

Introducción

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), nació un sábado 1 de mayo en la pequeña localidad de Petilla de Aragón, en el territorio de Navarra al norte de España. Como su padre, quien daba clases en anatomía aplicada en la Universidad de Zaragoza, optó por estudiar medicina. Cajal recibió su doctorado en Madrid en 1877 y en 1883 pasó sucesivamente a ser profesor de anatomía en las universidades de Valencia, Barcelona y Madrid.

El descubrimiento reportado por Camillo Golgi en la década de 1870 de que las células nerviosas podían visualizarse al microscopio al colorearse con nitrato de plata, indujo a Ramón y Cajal a utilizar este mismo método a partir de 1887, logrando resultados innovadores y proponiendo, a partir de estos, que la célula nerviosa es una entidad independiente que transfiere los impulsos nerviosos a través de contactos especializados, posteriormente denominados sinapsis.

Con base en estos descubrimientos y postulados, Santiago Ramón y Cajal ha sido considerado como uno de los precursores de la neuroanatomía y la neurofisiología. Por esta razón, y “en reconocimiento de su trabajo sobre la estructura del sistema nervioso” [1], compartió el Premio Nobel de Medicina en 1906 con Bartolomeo Camillo Emilio Golgi (1843-1926). Como resultado de sus investigaciones sobre los fundamentos mecánicos de la morfología y los procesos conectivos de las células nerviosas, propuso la teoría conocida como “doctrina de la neurona”, cuyo postulado principal dice que el tejido cerebral está compuesto por células individuales.

Santiago Ramón y Cajal llegó a vivir 82 años dejando una descendencia de 5 hijos (tuvo 7, pero dos fallecieron antes que él), dos hermanas (Pabla y Jorja) y un hermano dos años menor, Pedro (1854-1951), quien moriría tres años antes de cumplir 100 años, dejando también un legado científico considerable.

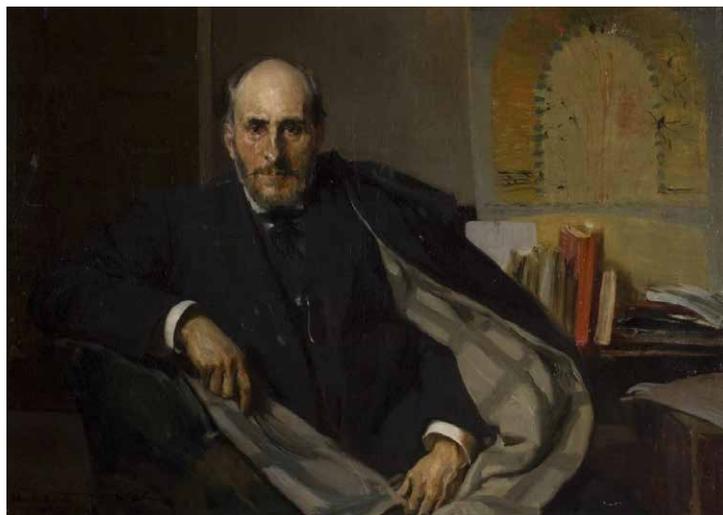


Figura 1. Santiago Ramón y Cajal (Joaquín Sorolla. Óleo sobre lienzo, 35,6 x 50 cm, 1906). Conservado en el Museo de la ciudad de Zaragoza (España).

El Instituto Cajal (IC), Centro de Investigación en Neurobiología bautizado en nombre del hermano mayor en Madrid, España, pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Este Instituto tiene su origen en el Laboratorio de Investigaciones Biológicas fundado en 1900 por orden del Rey Alfonso XIII, con motivo de la concesión del Premio Moscú a Santiago Ramón y Cajal. Tras la concesión del Premio Nobel en Fisiología y Medicina (1906), y la creación de la Junta para la Ampliación de Estudios (1907), Santiago Ramón y Cajal fue nombrado presidente de dicha Junta, alcanzando gran popularidad, lo que hizo que su laboratorio se llenase de estudiantes y de investigadores que querían formarse con él o aprender sus técnicas histológicas. Después de un tiempo, el Laboratorio de Investigaciones Biológicas se quedó pequeño, lo que llamó la atención del Rey Alfonso XIII, que decide crearle un Instituto de investigación de mayor tamaño donde pudieran trabajar holgadamente él y el personal por él formado. Así, mediante un real decreto de fecha 20 de febrero de 1920, ordena la construcción de una nueva sede

que, por deseo suyo, se llamó Instituto Cajal. El 12 de noviembre de ese año, Ramón y Cajal fue nombrado director de esta institución (2).

El IC del CSIC alberga el denominado “Legado Cajal”, que incluye todas aquellas pertenencias, mayoritariamente científicas, que el propio Santiago Ramón y Cajal quiso que se conservasen en su Instituto cuando él falleciese. En 1945 se inauguró en el Instituto Cajal, por primera vez, el Museo Cajal. Cuando el IC se trasladó en 1989 a su sede actual en Madrid, desaparece el Museo Cajal como tal, debido a la falta de espacio, inaugurándose en la biblioteca del Instituto una pequeña exposición permanente de este legado, en la que se muestra una selección muy cuidadosa de las piezas históricas, y donde se recrea el lugar de trabajo de Ramón y Cajal, utilizando pertenencias y manuscritos originales del neurocientífico. El resto de los numerosos, bienes que constituyen el “Legado Cajal”, se encuentran conservados en una sala donde se mantiene la seguridad y se controla la humedad y la temperatura para su óptima preservación.

El material de Ramón y Cajal que iba a viajar al espacio

La década final del siglo XX fue denominada como “Década del Cerebro” por el presidente de los Estados Unidos de América, y la Misión Neurolab constituyó una de las iniciativas para el estudio del funcionamiento y desarrollo de este órgano. Con esa misión se programaron investigaciones diversas que llevarían a cabo once laboratorios diferentes distribuidos por todo el mundo, tras la recogida de muestras a la llegada de la nave espacial. Estas muestras provenían de más de 2.000 animales que viajaron en el transbordador, acompañando a los científicos-astronautas: 152 ratas, 18 ratones, 223 peces, 1.514 grillos y 135 caracoles.

La nave llevó al espacio una muestra del legado científico de Santiago Ramón y Cajal, consistente en una serie de doce preparados histológicos, en medio de una selección de instrumentos biomédicos y de las diferentes especies de animales que sirvieron a 26 experimentos sobre el sistema nervioso. El objetivo principal de este proyecto multidisciplinar era el de realizar una investigación básica en neurociencias y ampliar la comprensión de cómo se desarrollaría y funcionaría el sistema nervioso en el espacio. Esta investigación resultó de un esfuerzo colaborativo internacional, con científicos de la NASA y de agencias espaciales de Canadá (CSA), Francia (CNES) y Alemania (DARA), así como de la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Agencia Nacional de Desarrollo Espacial de Japón (NASDA) (3).

La misión fue promovida y dirigida por el neurocientífico colombiano Rodolfo Llinás, radicado en los Estados Unidos y trabajando en la New York University School of Medicine. Llinás es un reconocido admirador de la obra pionera de Santiago Ramón y Cajal y, en consecuencia, esta misión espacial se realizó en

homenaje al neuroanatomista y neurofisiólogo español. El doctor Llinás solicitó en su momento material original del profesor Ramón y Cajal al Instituto Cajal de Madrid para llevarlo al espacio en la misión STS-90 en su honor. Con este propósito se firmó un convenio entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la NASA y se prestaron 12 de sus preparaciones histológicas y 10 dibujos originales.

Las 12 preparaciones histológicas fueron en el vuelo espacial, pero los 10 dibujos se quedaron en la Tierra por motivos de conservación. No se sabía cómo iba a reaccionar un papel de bastante pobre calidad con más de 100 años. En cualquier caso, después de la misión, las preparaciones y los dibujos estuvieron expuestos durante un año en el Museo de la NASA en Washington, antes de regresar al Instituto Cajal en Madrid.

Una vez regresó el vuelo de la nave espacial Columbia, que aterrizó en el Kennedy Space Center, se realizó una tirada limitada de carpetas con reproducciones de los 10 dibujos que se prestaron para esta Misión STS-90. Una de estas reproducciones, el “Esquema general de las relaciones de los centros ópticos y de la marcha de las corrientes”, fue incluida en la carpeta con las 9 copias facsimilares restantes que se distribuyeron a altas personalidades de la ciencia en la última década del siglo pasado. El ingeniero Jorge Reynolds Pombo, miembro honorario de la Academia Nacional de Medicina como Rodolfo Llinás, recibió una carpeta completa, y el doctor Llinás donó a la Academia Nacional de Medicina la lámina facsimilar referida, que se enmarcó con el siguiente descriptor:

Esta lámina fue parte del proyecto Neurolab de la NASA y voló al espacio en el transbordador *Columbia*. La nave se lanzó a las 1:19 pm el 17 de abril de 1998 desde el Kennedy Space Center. Este vuelo completó 256 órbitas terrestres y viajó 6,4 millones de millas en



Figura 2. Bolsa de tela, caja especial para contener las doce preparaciones histológicas prestadas en 1998 a la NASA para la Misión Neuroespacial en tributo a Santiago Ramón y Cajal, y escudo, en tela, con el emblema de la Misión.



Figura 3. Carpeta con reproducciones facsimilares de las ilustraciones originales manuscritas de Santiago Ramón y Cajal que fueron prestadas a la NASA para la Misión Neuroespacial en su honor.



Figura 4. Reproducción facsimilar de una ilustración manuscrita por Santiago Ramón y Cajal donada por Rodolfo Llinás Riascos a la Academia Nacional de Medicina de Colombia.

el espacio a una altura de 1.590 millas náuticas. La nave aterrizó en la pista 33 del Kennedy Space Center a las 11:09 am del 3 de mayo de 1998. El Neurolab fue el primer proyecto especializado en el estudio del sistema nervioso en condiciones de microgravedad en el que, además, se honró el nombre de Santiago Ramón y Cajal.

El manuscrito original

La fuente original del facsímil que se conserva en el Museo de Historia de la Medicina de la Academia Nacional de Medicina de Colombia corresponde a la pieza manuscrita registrada con el número 601 en el Museo Cajal.

El dibujo en tinta negra de la mano de Santiago Ramón y Cajal muestra aparentemente 31 neuronas asociadas con la función visual.

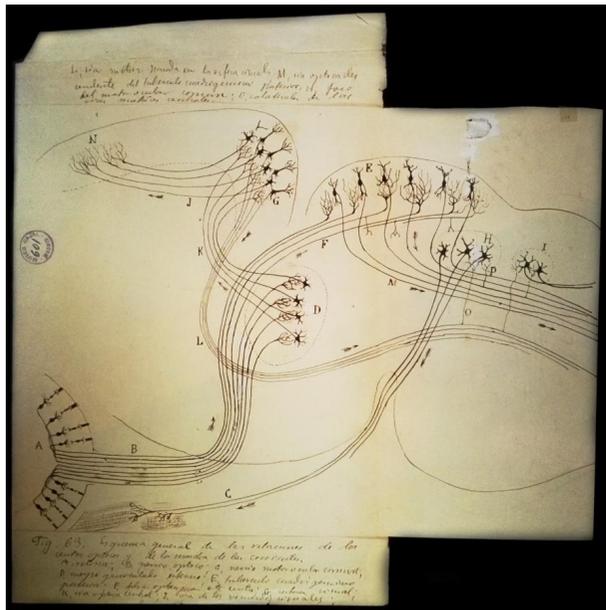


Figura 5. Reproducción facsímil del manuscrito original del “Esquema general de las relaciones de los centros ópticos y de la marcha de las corrientes” conservado en el Instituto Cajal de Madrid, España.

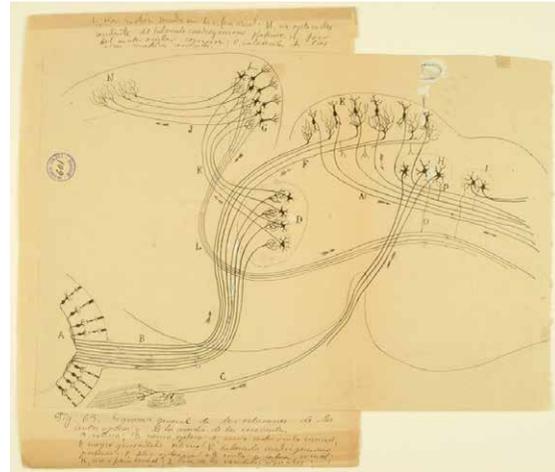


Figura 6. Manuscrito original del “Esquema general de las relaciones de los centros ópticos y de la marcha de las corrientes” conservado en el Instituto Cajal de Madrid, España.

El texto inscrito en esta ilustración, registrada como “figura 63”, dice así:

A- Retina; B- Nervio óptico; C- Nervio motor ocular común; D- Cuerpo geniculado externo; E- Tubérculo cuadrigémino posterior; F- Fibra óptica para este centro; G- Corteza visual; K- Vía óptica central; J- Vía de los recuerdos visuales; L- Vía motriz nacida en la esfera visual; M- Vía óptica descendente del tubérculo cuadrigémino posterior; N- Foco del motor ocular común; O- Colateral de las vías motrices cerebrales.

Esta figura fue incluida en una serie de dibujos realizados por Santiago Ramón y Cajal a comienzos del siglo XX, con las cuales buscó ilustrar, en conjunto con su hermano Pedro, los fundamentos anatómicos del sistema nervioso en el modelo murino. El manuscrito original se conserva en el Legado Cajal, Instituto Cajal (Madrid) y, aunque carente de alguna de sus páginas, está compuesto de 112 pliegos de papel y 44 hojas sueltas, entre las que se encuentran 17 dibujos originales y 9 reproducciones impresas de dibujos de Ramón y Cajal. Este trabajo fue presentado para concursar al

Premio Martínez y Molina de la Real Academia de Medicina, que efectivamente ganaron Santiago y Pedro Ramón y Cajal en el año 1902 [4]. Este fue el único premio que compartieron los dos hermanos en su larga vida de colaboraciones científicas con múltiples honores de diferente naturaleza [5, 6, 7].

La “figura 63” representa los centros ópticos de un roedor, vistos en una sección sagital, e incluye la retina, la corteza visual (occipital), el núcleo geniculado lateral (tálamo), el colículo superior (mesencéfalo) y el núcleo ocular motor.

Este manuscrito, así como los dibujos y documentos que se conservan en el Instituto Cajal, poseen una protección internacional, pues desde noviembre de 2017 se hallan inscritos en el programa de Patrimonio de la Humanidad “Registro de la Memoria del Mundo” de la UNESCO, bajo el epígrafe “Archives of Santiago Ramón y Cajal and the Spanish Neurohistological School” [8].

Las redes neuronales de la visión: aproximación celular y fisiológica contemporánea

Las redes neuronales de la visión se entienden hoy, al finalizar la segunda década del siglo XXI, y desde el punto de vista exclusivamente anatómico, como el conjunto de conexiones sinápticas ordenadas que resulta de la unión de las neuronas en función del elongamiento de axones de células ganglionares de la retina y dendritas, cuya función es transportar información desde los fotorreceptores de la retina hacia el cerebro. De hecho, el nervio óptico es ahora considerado una expansión del encéfalo (específicamente del diencefalo) más que un verdadero par craneal [9]. Las diversas conectividades se siguen estudiando, ahora con ayuda de estudios funcionales de neuroimágenes, neuropsicología y conectividad estructural.

El nervio óptico, clasificado como “sensitivo especial”, funciona basado en la activación de canales iónicos: la activación dendrítica se traduce en entrada de iones de sodio por canales específicos, hasta alcanzar un umbral de máxima positividad que involucra también la activación de canales de potasio y de calcio (bombas ATPasas). Este efecto alcanza la siguiente bomba de sodio, transmitiéndose secuencialmente la señal dentro del axón. La señal puede transmitirse de axón a dendrita, de axón a axón, de axón a soma o de dendrita a dendrita, siendo la primera la más común, constituyendo sinapsis químicas: entran iones de calcio a una neurona ya activada por cargas positivas. Este complejo, pero ordenado microambiente molecular, es ahora la base de la ingeniería neuromorfológica, un campo amplio que aplica principios inspirados en la biología para crear arquitecturas y métodos computacionales alternativos [10]. Estos métodos imitan la distribución de tareas, la especialización por grupos, la minimalización de los componentes y la complejidad de las redes entre otros.

Conclusión

El Museo de Historia de la Medicina de la Academia Nacional de Medicina de Colombia en su sede principal en Bogotá, contiene una reproducción facsimilar de uno de los dibujos pioneros de Santiago Ramón y Cajal. Este documento, analizado detenidamente como lo hemos intentado en el presente artículo, podrá inducir al visitante a adentrarse en un legado fundamental para la comprensión de un sistema orgánico que tiene la particularidad de conservar la memoria de lo sucedido, y anticiparse a lo que vendrá.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del personal de la Academia Nacional de Medicina de Colombia, Jenny Machetá, Bibliotecóloga, y Martha P. Rojas,

Auxiliar de Biblioteca, y a la historiadora Paula Matiz – así como al Instituto Cajal en Madrid, España.

Referencias

1. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1906 [Internet]. NobelPrize.org. 2020 [consultado 5 junio 2020]. Disponible en: www.nobelprize.org/prizes/medicine/1906
2. Bienvenidos al Instituto Cajal [Internet]. Cajal.csic.es. 2020 [consultado 5 junio 2020]. Disponible en: www.cajal.csic.es
3. NASA – STS-90 [Internet]. Nasa.gov. 2020 [consultado 4 junio 2020]. Disponible en: www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/archives/sts-90.html
4. Información proporcionada por uno de los autores de este manuscrito, Juan A. De Carlos, científico y curador del Legado Cajal en el Instituto Cajal. 2020
5. Real Academia Nacional de Medicina [Internet]. Ranm.es. 2020 [consultado 05 junio 2020]. Disponible en: <https://www.ranm.es/academicos/academicos-de-numero-antiores/957-1907-ramon-y-cajal-santiago.html>
6. Santiago Ramon y Cajal | Real Academia de la Historia [Internet]. Dbe.rah.es. 2020[consultado 5 junio 2020]. Disponible en: <http://dbe.rah.es/biografias/10967/santiago-ramon-y-cajal>
7. Pedro Ramón y Cajal | Real Academia de la Historia [Internet]. Dbe.rah.es. 2020 [consultado 18 junio 2020]. Disponible en: <http://dbe.rah.es/biografias/36396/pedro-ramon-y-cajal>
8. El Archivo de Santiago Ramón y Cajal y la Escuela Española de Neurohistología | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Internet]. Unesco.org. 2020[consultado 18 junio 2020] Disponible en:<http://www.unesco.org/new/es/communication-and-information/memory-of-the-world/register/full-list-of-registered-heritage/registered-heritage-page-1/archives-of-santiago-ramon-y-cajal-and-the-spanish-neurohistological-school>
9. Drake RL, Volg AW, Michell AW. Cabeza y cuello. En: Drake RL, Volg AW, Michell AW. *Gray. Anatomía para estudiantes*. Tercera edición. Elsevier; 2015: 871-1135.
10. Olin-Ammentorp W, Cady N. Biologically-Inspired Neuronomorphic Computing. *Sci Prog*. 2019;102(3):261-276.

Recibido: Agosto 11, 2020

Aceptado: Octubre 8, 2020

Correspondencia:

Alberto Gómez Gutiérrez
agomez@javeriana.edu.co