

PRÓLOGO

Nicolás Cuenca y Pedro de la Villa

La figura de Santiago Ramón y Cajal y sus trabajos sobre la organización del sistema nervioso y la Teoría Neuronal son ampliamente conocidos.¹ Su monumental trabajo justifica su merecido título como *fundador de la neurociencia moderna*. Sin embargo, sus estudios y aportaciones sobre la estructura y los tipos neuronales de la retina permanecen casi olvidados, a pesar de ser «La rétine des vertébrés»² una de sus grandes obras. En ella se recoge su gran labor dedicada al estudio de esta estructura del sistema nervioso central, siendo además uno de sus trabajos más citados en la literatura científica.

Santiago Ramón y Cajal tenía una predilección especial por el estudio de la retina y nunca abandonó su interés por esta parte del sistema nervioso. Él mismo reconoce en sus memorias que la retina siempre había sido generosa con él y que fue el *más antiguo* y tenaz de sus amores de laboratorio:

Según recordará el lector, mis amores hacia la retina son historia antigua. El tema me cautivó siempre, porque, en mi sentir, la vida no alcanzó jamás á forjar máquina de tan sutil artificio y tan perfectamente adecuada a un fin como el aparato visual. Por raro caso, además, la naturaleza se ha dignado emplear aquí resortes físicos accesibles a nuestro entendimiento. Ni debo ocultar que en el estudio de dicha

1. RAMÓN Y CAJAL, S. *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*. Madrid, Moya, 1899-1904. 2. RAMÓN Y CAJAL, S. *La rétine des vertébrés*. *La Cellule*, 9 (1892): 119-257.

membrana sentí por primera vez flaquear mi fe darwinista (hipótesis de la selección natural), abrumado y confundido por el soberano ingenio constructor que campea, no sólo en la retina y aparato dióptrico de los vertebrados, sino hasta en el ojo del más ruin de los insectos. Allí, en fin, sentí más profundamente que en ningún otro tema de estudio, la sensación escalofriante del insondable misterio de la vida. [...] Durante el año 1896 mi actividad alcanzó su máximo, corriendo febril por varios y divergentes cauces y desparramándose alguna vez sobre temas anteriormente tratados. En uno de estos ritornelos atacué con nuevos bríos la retina, el más antiguo y pertinaz de mis amores de laboratorio.³

Cajal publicó sus primeros estudios realizados mediante la técnica de Golgi —que permite analizar y dibujar las neuronas teñidas mediante la impregnación «cromo-argéntica»— en el año 1888, a su regreso a Valencia tras una breve estancia en Madrid, donde había tenido la oportunidad de conocer dicho método. Siguiendo su intuición, Cajal asumió que las estructuras que aparecían completamente teñidas en las preparaciones del método de Golgi eran células nerviosas claramente diferenciadas unas de otras. Estos resultados contradecían la Teoría Reticular prevalente sobre la organización general del sistema nervioso.^{4, 5} De hecho, la retina fue para Santiago Ramón y Cajal —aparte de una de sus estructuras preferidas— la fuente de inspiración y el tejido en el que confirmó la idea de la Teoría Neuronal, que defendió frente a otros investigadores de su época. Con sus trabajos sobre la retina demostraba que el

³. RAMÓN Y CAJAL S. *Recuerdos de mi vida*. Madrid, Moya, 1917. ⁴. GERLACH, J. «Von dem Rückenmarke», en *Stricker S Handbuch der Lehre von der Geweben*, Lipsia, Engelmann, 1871, pp. 665-693. ⁵. GOLGI, C. «La rete nervosa diffusa degli organi centrali del sistema nervoso. Suo significato fisiologico». *Archives Italiennes de Biologie*, 15 (1891): 434-463.

sistema nervioso está formado por millones de células nerviosas independientes, interconectadas de forma precisa y con una estructura sumamente organizada. En este sentido, la retina es una de las estructuras nerviosas que se describen en los trabajos que Cajal publicó en el año que él mismo denominó «año de la fortuna».^{6, 8}

En su opinión, «un estudio de la retina arrojaría luz sobre el problema general de la conexión y el mecanismo de acción de células nerviosas». Según su idea, si había un órgano capaz de demostrar satisfactoriamente las vías de propagación de los impulsos nerviosos, ese era la retina. El simple análisis de la organización de las células retinianas demuestra que los impulsos procedentes de conos y bastones pasan a células bipolares, y de estas a células ganglionares. Sus estudios realizados en la retina de las aves⁷ demuestran que las células conectan entre sí de forma individual, sin formar anastomosis ni redes. Es más, al igual que en el cerebelo, las conexiones celulares se establecen entre las terminales axónicas de unas células y las arborizaciones dendríticas o los cuerpos celulares de otras.^{8, 9} De esta manera, junto con la Teoría Neuronal, entendida como el principio por el cual el sistema nervioso está constituido por elementos individuales —definidos posteriormente como *neuronas*—, Cajal propuso el principio de *polarización dinámica*, también inspirado en la retina. En este segundo principio enuncia que la transmisión del «movimiento» en el sistema nervioso tiene lugar desde las terminaciones protoplásmicas (dendritas) y desde el cuerpo celular

6. RAMÓN Y CAJAL, S. «Estructura de la retina de las aves». *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*, 1 (1888): 11-16. 7. RAMÓN Y CAJAL, S. «Sur la morphologie et les connexions des éléments de la rétine des oiseaux». *Anatomisch Anzeiger*, 4 (1889): 111-121. 8. RAMÓN Y CAJAL, S. «Estructura de los centros nerviosos de las aves». *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*, 1 (1888): 1-10. 9. RAMÓN Y CAJAL, S. «Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo». *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica*, 2 (1888): 33-49.

hacia la expansión nerviosa (axón). Así, cada célula nerviosa posee un elemento receptor (dendritas y cuerpos celulares), un elemento conductor (el axón o cilindro-eje) y un elemento emisor (la terminal axónica). Siguiendo este principio, Cajal consigue la genialidad de dibujar no solo las neuronas y sus conexiones, sino también unas flechas que indican la dirección de la transmisión de las señales neuronales y sugieren las vías de procesamiento de la información visual.

Pero no solo se sirvió de la retina para enunciar estos dos revolucionarios principios, sino que Cajal también se dedicó a describir con detalle la histología y anatomía de este tejido. Sus estudios sobre la organización estructural de la retina, así como las predicciones —casi proféticas— que hizo sobre sus funciones, se han convertido en la base de la neuroanatomía, la neurofisiología y la neuropatología de la retina. El diagrama de organización general de la retina propuesto por Cajal sigue siendo válido en su esquema fundamental y, en varios aspectos, sus estudios siguen siendo vigentes y válidos hoy en día. Las descripciones realizadas por el científico sobre los tipos de células de la retina en distintas especies y sobre el modo en el que estas células están interconectadas son las más destacadas y completas que se han llevado a cabo.

La retina, anteriormente considerada como una membrana inextricable que contenía capas reticulares y granulares de significado incierto, se empezó a considerar —gracias a Cajal— una verdadera estructura nerviosa. Él mismo la describió como «un verdadero centro nervioso, como una extensión periférica del sistema nervioso central [...] especialmente adecuado para análisis histológico». En la retina, unas clases específicas de neuronas se conectan de forma independiente con otras clases para transmitir el mensaje visual hacia los centros encefálicos a lo largo de

caminos bien definidos. Si tuviésemos que señalar aspectos de especial importancia en su descripción de la retina, destacaríamos los siguientes:

- La descripción y clasificación de los distintos tipos de fotorreceptores y de células bipolares, amacrinas y ganglionares en distintas especies de vertebrados.
- La identificación de las distintas subláminas de la capa plexiforme interna.
- La descripción de las fibras centrífugas que conectan con células amacrinas.
- La identificación de los circuitos de convergencia celular.
- La descripción de las células interplexiformes.
- La descripción detallada de las células de Müller.
- La enunciación de la histogénesis retiniana.
- La descripción de la organización de la fovea.
- La teoría quimiotáctica que explica la formación de las conexiones celulares.

Santiago Ramón y Cajal publicó en 1892, en francés, la monografía titulada «La rétine des vertébrés» en la revista belga *La Cellule*, donde incluía sus trabajos publicados anteriormente en castellano. Según Cajal, la retina ofrece a los anatomistas y neurólogos una gran oportunidad para entender la morfología general de las células nerviosas y la estructura de los centros nerviosos. Además, sus hallazgos en la retina de diversas clases de animales son de gran interés e importancia para zoólogos, y sus ingeniosas hipótesis sobre el funcionamiento y la fisiología de los diversos tipos celulares de la retina lo son para los fisiólogos. En sus propias palabras, «esta última memoria, una de las más importantes brotadas de mi pluma, resultó voluminoso libro que mereció, años después, los honores de una traducción alemana».

La principal motivación de Cajal para escribir este volumen fue que muchos investigadores de otros países

no tenían acceso a sus publicaciones o no eran capaces de leerlas en castellano. Debido al gran éxito de esta publicación, el Dr. Richard Greeff publicó, dos años mas tarde, una traducción al alemán del trabajo aparecido en *La Cellule*.¹⁰ Greeff quiso resaltar los fascinantes descubrimientos de Cajal no solo a los oftalmólogos, sino también a un amplio círculo de neurocientíficos. Para realizar esta revisión, Cajal envió al Dr. Greeff diversos artículos en francés y castellano para que fuesen traducidos e incluidos en la versión alemana. La razón que el Dr. Greeff aduce para publicar el trabajo de Cajal en alemán es la importancia de hacer accesible el magnífico trabajo de Cajal —dada la escasa disponibilidad de la revista *La Cellule* en su país—, la dificultad para leer literatura científica en idioma extranjero, así como el hecho de que un gran número de nuevos términos científicos no tienen equivalentes en alemán.

En 1933 Cajal publicó una revisión actualizada de *La rétine des vertébrés*, también en francés, en la que añadió a la versión original contenidos sobre la retina de las aves, el desarrollo de la retina, la *fovea centralis* y las fibras centrifugas.¹¹ También, ese mismo año 1933, y con motivo del XIV Concilium Ophtalmologicum, se vuelve a editar *La rétine des vertébrés*¹² junto con un trabajo inédito del propio Cajal sobre *Los problemas histofisiológicos de la retina*,¹³ donde establece nuevas hipótesis sobre la función de ciertos tipos celulares de la retina. Cajal comenta en esta edición: «El Comité Organizador del XIV Congreso Internacional de Oftalmología ha tenido la generosidad, de la que estoy

10. GREEFF, R. *Die Retina der Wirbelthiere*. Wiesbaden, J. F. Bergmann Verlag, 1894. **11.** RAMÓN Y CAJAL, S. «La rétine des vertébrés». *Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Madrid*, 28 (1933): 1-144. **12.** RAMÓN Y CAJAL, S. *La rétine des vertébrés*. XIV Concilium Ophtalmologicum. Madrid, 1933, Tomo II-3: 1-144. **13.** RAMÓN Y CAJAL, S. *Los problemas histofisiológicos de la retina*. XIV Concilium Ophtalmologicum. Madrid, 1933, Tomo II-2: 1-8.

profundamente agradecido, de imprimir este antiguo trabajo casi olvidado».

En 1972 se publica una nueva versión en inglés del trabajo de Cajal (*The structure of the retina*), traducido por Sylvia Thorpe y Michell Glickstein a partir de la versión en alemán de Greeff, en el que se actualizan algunos términos.¹⁴ El aspecto más relevante de esta traducción fue dar a conocer a la comunidad científica angloparlante la exquisita descripción de la retina llevada a cabo por Cajal.

Finalmente, Robert W. Rodieck, en su libro *The Vertebrate Retina*, publicado en 1973, incluye como apéndice una traducción de *La rétine des vertébrés* desde la versión original en francés, actualizada con los trabajos de Cajal publicados hasta la fecha.¹⁵

La rétine des vertébrés, aparecida en *La Cellule* (1892), es una obra maestra de la literatura científica, frecuentemente citada en artículos científicos incluso en la actualidad. Con esta traducción queremos subrayar —ahora en castellano— la gran labor de investigación que realizó Cajal sobre la retina, cuyos resultados e interpretaciones siguen vigentes hoy en día.

En este volumen de Editorial CSIC se ha traducido al castellano la versión de *La rétine des vertébrés* publicada en 1933 con motivo del XIV Concilium Ophtalmologicum, por ser la versión más completa. El comité organizador del Congreso decide publicar esta monografía «en vista de las demandas de numerosos compañeros, deseando poseer esta obra clásica desde hace tiempo agotada y que señala una época histórica en la estructura de la retina». Esta obra fue puesta al día por el propio Cajal, quien intercaló en el texto

¹⁴. RAMÓN Y CAJAL, S. *The structure of the retina*. Charles C. Thomas Publisher, Illinois, 1972. Traducido por Sylvia Thorpe y Michell Glickstein. ¹⁵. RODIECK, R. W. *The Vertebrate Retina*. Freeman and Company, San Francisco, 1973.



Medalla
conmemorativa
del XIV Concilium
Ophthalmologicum,
celebrado en
Madrid en
noviembre de 1933.

algunos dibujos esquemáticos tomados de trabajos posteriores al original. Siempre nos ha llamado la atención que este texto no haya sido traducido al castellano, ni siquiera en su reedición del año 1933. Este hecho nos ha llevado a acometer la empresa de traducirlo, intentando ajustarnos con fidelidad a lo que Cajal describió en su día y a lo que en el año 1933 fue publicado y supervisado por él mismo. Incluimos en esta nueva edición los prólogos de la traducción al alemán realizada por el Dr. Greeff en 1894 y el correspondiente a la traducción al inglés realizada por los doctores Thorpe y Glickstein en 1972. También incluimos un capítulo sobre *Los problemas histofisiológicos de la retina* publicado en el XIV Concilium Ophthalmologicum. En este trabajo inédito, escrito expresamente para el Congreso por Cajal en Alicante, en 1932, a partir de sus estudios anatómicos, especula de forma imaginativa sobre las funciones de las células y el posible significado de sus conexiones, ya que las técnicas y los estudios fisiológicos eran escasos en esa época.

Creemos que la traducción y difusión en castellano de esta obra clásica —escrita originalmente en francés y

traducida al alemán y al inglés— es una obligación histórica contraída con Santiago Ramón y Cajal. Su traducción servirá de altavoz y reconocimiento al inmenso trabajo que realizó sobre la retina y dará a conocer sus estudios, no solamente en el mundo de la neurociencia, sino también en el campo de la oftalmología y la neuroanatomía comparada. Esperamos, además, que este trabajo sirva para facilitar la lectura de esta gran obra entre los jóvenes científicos.

Por último, y con objeto de adornar este volumen, hemos decidido incluir también imágenes inéditas de las células retinianas realizadas por nosotros de las preparaciones originales de Cajal, que hemos tenido la oportunidad de fotografiar gracias a la generosidad del Instituto Cajal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Nos gustaría, además, que los lectores pudieran comparar las imágenes procedentes de las preparaciones originales que realizó Cajal hace más de un siglo con las imágenes obtenidas mediante las técnicas actuales de microscopía, para lo que se incorporan también algunas fotografías propias de la retina de distintas especies de vertebrados (www.retinalmicroscopy.com).