ARTE EN LA CIENCIA: ANÁLISIS SOCIOSEMIÓTICO DE DOS DIBUJOS HISTOLÓGICOS DE SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

ART IN SCIENCE: SOCIO-SEMIOTIC ANALYSIS OF TWO HISTOLOGICAL DRAWINGS BY SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

José Manuel RAMÍREZ DEL POZO MARTÍN
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
jm.ramirez.martin@gmail.com

Resumen: Analizamos dos dibujos histológicos de un texto multimodal de Ramón y Cajal de 1888. Pese al interés despertado por sus cualidades estéticas, hasta la fecha no han sido objeto de análisis semióticos. Nuestro marco teórico es la sociosemiótica funcional (Kress y Leeuwen, 2006). Nuestra hipótesis es que ambos dibujos proporcionan una representación naturalista. Contextualizamos los dibujos en la biografía del autor y en la problemática científica de su especialidad en la época e intentamos reconstruir su elaboración. Nuestra conclusión es que ambos dibujos son imágenes compuestas y sintéticas controladas por el método científico y la metodología y que enfatizan la disonancia visual.

Palabras clave: Sociosemiótica funcional. Lingüística sistémico-funcional. Santiago Ramón y Cajal. Constructivismo. Neurociencia.

Abstract: We analyze two histological drawings of a multimodal text by Ramón y Cajal from 1888. Despite the interest aroused by their aesthetic qualities, to date they have not been the subject of semiotic analysis. Our theoretical framework is functional social semiotics (Kress & Leeuwen, 2006). Our hypothesis is that both drawings provide a naturalistic representation. We contextualize these drawings in the author's biography and in the scientific problems of his specialty at the time, and we try to reconstruct their elaboration. Our conclusion is that both drawings are composite and synthetic images controlled by scientific method and methodology and that they emphasize visual dissonance.

Keywords: Social semiotics. Functional systemic linguistics. Santiago Ramón y Cajal. Constructivism. Neuroscience.

1. INTRODUCCIÓN

Santiago Ramón y Cajal es el más importante científico español de la historia y el "único español en ese selecto y reducido grupo" que forman "los grandes de la ciencia de todos los tiempos" (Sánchez Ron, 2007: 158). Su obra se ubica en la ciencia positivista

© UNED. Revista *Signa* 32 (2023), pp. 543-571
DOI: *https://doi.org/10.5944/signa.vol32.2023.32787*
ISSN digital: 2254-9307. Papel: 1133-3634. CD-ROM: 2951-8687

del último tercio del siglo XIX, cuando la comunidad científica internacional acrecentó sus esfuerzos por desentrañar los secretos del cerebro y se sentaron las bases para el nacimiento de la neurociencia. Como explica DeFelipe (2006: 217), desde 1888 y en el plazo de unos pocos años, Ramón y Cajal expuso la teoría neuronal, "estableciendo que las neuronas son las unidades anatómicas, fisiológicas, genéticas y metabólicas del sistema nervioso".

Hemos analizado los dos dibujos del artículo multimodal "Estructura de los centros nerviosos de las aves" (1888). Es un artículo clave en el desarrollo de la teoría neuronal y en la historia de la ciencia, pues en él Ramón y Cajal rechazó la teoría reticular, hegemónica hasta entonces en la histología del sistema nervioso, y defendió por primera vez la hipótesis de la autonomía de las células nerviosas. Originalmente, el artículo fue publicado en el número 1 de la *Revista de Histología Normal y Patológica*, escrita íntegramente por Ramón y Cajal y pagada de su propio bolsillo. La publicación consta de 32 páginas más un cuaderno con cuatro litografías en color, también obra suya. El primer artículo ocupa diez páginas. Si bien nuestro análisis se centrará tan solo en los dos dibujos del cuadernillo de litografías que corresponden al artículo, resulta pertinente describir formalmente y de un modo somero el texto verbal, pues proporciona información relevante. En él pueden distinguirse fácilmente cuatro partes:

a) Introducción. Ramón y Cajal presenta al histólogo Camillo Golgi y alude al debate científico que entonces ocupaba a la comunidad internacional de histólogos del sistema nervioso: la validación empírica de la doctrina reticular, según la cual las células nerviosas estaban anastomosadas, configurando una red.

b) Metodología. El autor presenta la metodología empleada, que pondera y que es una variación del método de tinción inventado por Camillo Golgi.

c) Observaciones. El autor niega reiteradamente que los hechos permitan validar la hipótesis reticular y observa, por el contrario, que las terminaciones de las células nerviosas son libres: no están anastomosadas.

d) Argumentación para una nueva hipótesis. Rechaza explícitamente la hipótesis reticular y propone una hipótesis alternativa, base de la futura neurociencia.

Finalmente, en hojas litográficas en color, Ramón y Cajal añadió los dos dibujos que ilustran su texto (ilustraciones 1 y 2)[1].

Los historiadores de la ciencia y los biógrafos de Ramón y Cajal han destacado la belleza de sus dibujos histológicos y el papel que jugaron en la difusión de sus hallazgos; más aún, su influencia en el arte de vanguardias posterior (Brihuega *et al*, 2015). ¿Son arte los dibujos histológicos de Ramón y Cajal? Partimos de considerar la ciencia como un hecho cultural y significante, si bien un hecho cultural y significante controlado por el método científico. Como sostiene Eco (1977: 66), "cualquier fenómeno cultural puede estudiarse en su funcionamiento de artificio significante […] la cultura puede estudiarse íntegramente desde el punto de vista semiótico". No existe, pese a la enorme influencia

[1] Mantenemos la palabra *figura* en el pie de los dibujos en lugar de *ilustración* porque esta es la denominación utilizada por Ramón y Cajal.

de Ramón y Cajal en la ciencia y, en un sentido muy amplio, en la cultura española contemporánea, ningún análisis de estos dibujos desde una perspectiva lingüística semiótica. No puede ser nuestro propósito discutir la información científica proporcionada por los dibujos, sino tan solo dilucidar los recursos de la gramática visual que Ramón y Cajal empleó en unos dibujos que hoy día siguen asombrando por su rara belleza, tanto a neurocientíficos como a legos. ¿Dónde termina el arte y comienza la ciencia?

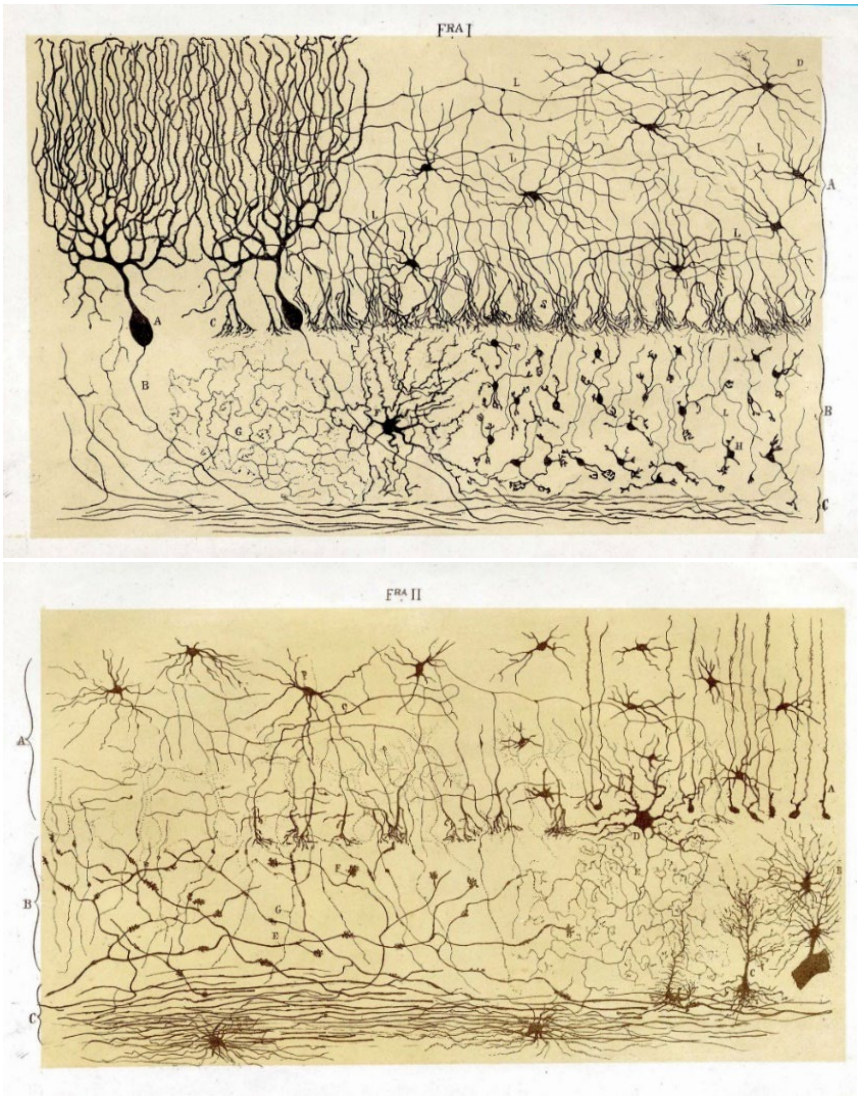

Ilustración / F^{ra} 1 (arriba). Corte vertical de una circunvolución cerebelosa de la gallina.
Ilustración / F^{ra} 2 (debajo). Corte de una circunvolución del cerebelo de la paloma.
(Ramón y Cajal, 1888)

Nuestra perspectiva como lingüistas es también la de legos en biología e histología. Así pues, manteniéndonos fieles a nuestra primera intuición, la hipótesis directriz de esta investigación es que los dos dibujos representan de un modo naturalista las células nerviosas.

Hemos analizado los dos dibujos mediante la sociosemiótica, un desarrollo de la lingüística sistémico-funcional que ancla los textos en su contexto. Por "contexto" relevante entendemos aquí la propia biografía del autor y su relación con el arte, de las que daremos unas breves pinceladas, así como la problemática en la que la histología del sistema nervioso se hallaba inmersa a finales del siglo XIX, y cuya resolución provocaría a largo plazo el nacimiento de la neurociencia. Intentaremos esbozar los pasos que Ramón y Cajal siguió en la elaboración de sus dos dibujos. En coherencia con el propósito, la perspectiva contextual y nuestro enfoque en la investigación de Ramón y Cajal, los datos contextuales básicos los extraeremos de los escritos memorialísticos del propio científico.

Para el objetivo de este análisis, es oportuno indicar que, en la investigación de los sistemas de valoración lingüística usados por Ramón y Cajal en el artículo histológico de 1888, Ramírez (2022: 322-327) propone un modelo mental esquemático, denominado Valor social estético X, que habría monitorizado las apreciaciones empíricas realizadas por el científico. Dicha investigación se enmarca en la Teoría de la Valoración, otro desarrollo de la lingüística sistémico-funcional, y aplica una metodología basada en constituyentes que intenta reconstruir los modelos contextuales hipotéticos a partir del análisis de la fase textual. Este valor social estético, que tiene la peculiaridad de ser doble, propiciaría que Ramón y Cajal valore las células nerviosas de dos modos distintos y aparentemente contradictorios. En ocasiones, valora las células nerviosas con una posición negativa en el continuo, porque no responden al modelo de retícula, y en otras ocasiones con una posición en el continuo positiva, por sus formas caprichosas y sus terminaciones libres.

2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

Subrayamos la importancia de lo visual en la cultura y en el propio lenguaje. La evolución de la especie humana está íntimamente ligada a la visión. En los orígenes de la especie humana, la visión estereoscópica nos permitió el cálculo de distancias, gracias a la conversión de la imagen retiniana en un producto psíquico, el percepto (Sancho Cremades, 2005: 12). Es cierto que la visión no es tan solo un sentido que permite percibir imágenes. Gubern (1994: 5) propone una jerarquía del sistema sensorial humano en función de la complejidad informativa de cada sentido y de su autonomía respecto de estados emocionales, tanto en sus representaciones como en sus respuestas; el gusto y el olfato serían sentidos primitivos, muy emocionales, mientras que la visión fue favorecida por la adquisición del lenguaje articulado, gracias a su mayor "potencialidad intelectual".

Eco (1977: 26) distingue la semiótica de la significación, "la desarrollada por la teoría de los códigos", y la semiótica de la comunicación, que "incumbe a la teoría de la producción de los signos"; cualquier teoría semiótica de la comunicación requiere una semiótica de la significación, porque "el proceso de comunicación se verifica solo cuando existe un código. Un código es un SISTEMA DE SIGNIFICACIÓN que reúne entidades presentes y entidades ausentes" (Eco, 1977: 35). La entidad presente a la percepción de

los destinatarios de Ramón y Cajal son los dibujos histológicos, y la entidad ausente o representada, el tejido nervioso cuya estructura se pretende explicar.

Para que haya significación, explica Eco (1977: 35), es necesario que la entidad presente a la percepción represente a la entidad ausente mediante reglas. ¿Qué es el signo, desde un punto de vista semiótico? Eco (1977: 46) propone que "se defina como signo todo lo que, a partir de una convención aceptada previamente, pueda entenderse como ALGUNA COSA QUE ESTÁ EN LUGAR DE OTRA", de modo que la interpretación del signo por parte de un intérprete sería "una interpretación POSIBLE por parte de un intérprete POSIBLE". Las nociones de *regla*, *convención* e *interpretación posible* parecen contradecir la intuición tradicional según la cual un dibujo puede ser una copia, una réplica de la realidad observada, el resultado de una *mímesis sin código*.

2.1. Marco teórico

Reading Images. The Grammar of Visual Design (Kress y Leeuwen [1996] 2006) es un libro muy influyente en los estudios de la semiótica social y la multimodalidad. Los autores construyen su teoría sobre la noción de *recurso*. Estos recursos no niegan los códigos, o reglas que conectan significantes y significados, sino que los abarcan, y no se fundamentan en una relación estable entre el significante y el significado, sino, podríamos decir, en un simbolismo que es contextualmente dependiente y, grosso modo, cultural. ¿Qué entienden estos autores por gramática visual? "Igual que las gramáticas de la lengua describen cómo las palabras se combinan en cláusulas, frases y textos, nuestra 'gramática' visual describirá el modo como los elementos representados —personas, lugares y cosas— se combinan en enunciados de mayor o menor complejidad y extensión" (Kress y Leeuwen, 2006: 1 [mi traducción]). Estos autores defienden la idea de que no existe un lenguaje visual universal (2006: 4), de modo que la gramática visual de los dibujos histológicos de Ramón y Cajal sería culturalmente específica. En términos de Lotman (2005), podríamos decir que estos dibujos se ubicarían dentro de la semiosfera de la histología del sistema nervioso del siglo XIX y que solo en ella pueden adquirir plena significación.

La sociosemiótica funcional surgió en el seno de la lingüística sistémico-funcional como una exportación de sus tres metafunciones ya clásicas al análisis del lenguaje visual. Kress y Leeuwen (2006: 42-43 [mi traducción]) explican que mediante la metafunción ideacional, cualquier modo semiótico debe poder "representar aspectos del mundo tal como los humanos lo experimentan"; mediante la función interpersonal, el mismo modo semiótico podrá "proyectar las relaciones entre el productor de un signo (complejo) y el receptor o reproductor de tal signo"; y mediante la metafunción textual, el modo semiótico debe poder conformar "*textos*, complejos de signos que resulten coherentes tanto internamente entre sí como externamente con el contexto en el que han sido producidos y para el cual se han producido". No obstante, se trata de un marco teórico

muy flexible, que permite integrar con cierta sencillez los códigos de otros marcos teóricos.

2.2. Metodología

En primer lugar, esbozaremos el macrocontexto. Por un lado, contextualizaremos los dos dibujos histológicos en la biografía de Ramón y Cajal. Por otro lado, los ubicaremos en los estudios anatómicos y en la problemática que, a finales del siglo XIX, ocupaba a los histólogos del sistema nervioso.

En segundo lugar, nos detendremos en el microcontexto del laboratorio científico, allí donde Ramón y Cajal debió realizar sus dos dibujos, para dilucidar la relación entre la entidad ausente y la entidad presente a nuestros sentidos de observadores.

En tercer lugar, iniciaremos el viaje analítico del ojo, desde el punto de vista del receptor, describiendo primero nuestras observaciones y luego señalando sucesivamente los significados representacional, interactivo o interpersonal y composicional.

En cuarto lugar, intentaremos adoptar la perspectiva del productor, es decir, Ramón y Cajal, para explorar la construcción científica del percepto y de los dibujos.

A lo largo del análisis, a fin de destacar determinadas cualidades de la gramática visual, compararemos distintos aspectos de los dos dibujos histológicos con otras obras visuales de Ramón y Cajal.

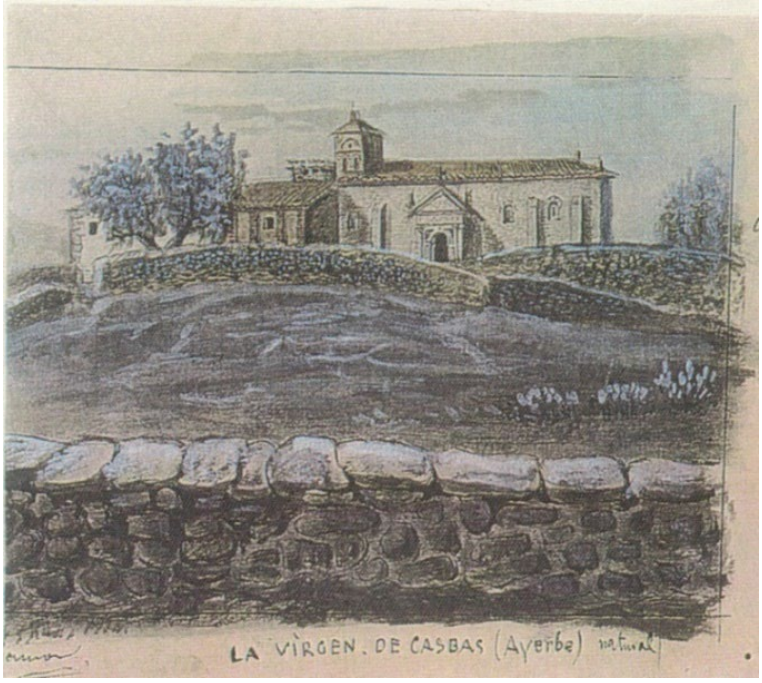

Ilustración 3. Acuarela de Ramón y Cajal de la ermita de la Virgen de Casbas en los Anguiles, cerca de Ayerbe, c. 1860 (Ramón y Cajal, M.ª Á., 2007).

3. MACROCONTEXTO Y MICROCONTEXTO

3.1. Macrocontexto

3.1.1. La biografía y los estudios anatómicos

Hijo de un modesto médico rural, Ramón y Cajal nació en 1852 en la aldea de Petilla de Aragón y su infancia transcurrió en contacto con la naturaleza. En sus memorias, entre el relato de recuerdos y travesuras, Ramón y Cajal (1923: 27-29) se retrata sin embargo como un niño "infeliz", que busca la soledad y se repliega sobre sí mismo, una confesión que precede a la reproducción de cuatro acuarelas ejecutadas en su infancia (ilustración 3). Su vocación por el dibujo era absorbente. Ramón y Cajal libraría durante su adolescencia y juventud una lucha sorda contra el mandato paterno, que le impuso seguir la carrera de médico. Solo cuando años después se inició en los estudios de anatomía, en los que el dibujo juega un papel relevante, encontró el camino donde coinciden el arte y la ciencia (ilustración 4).

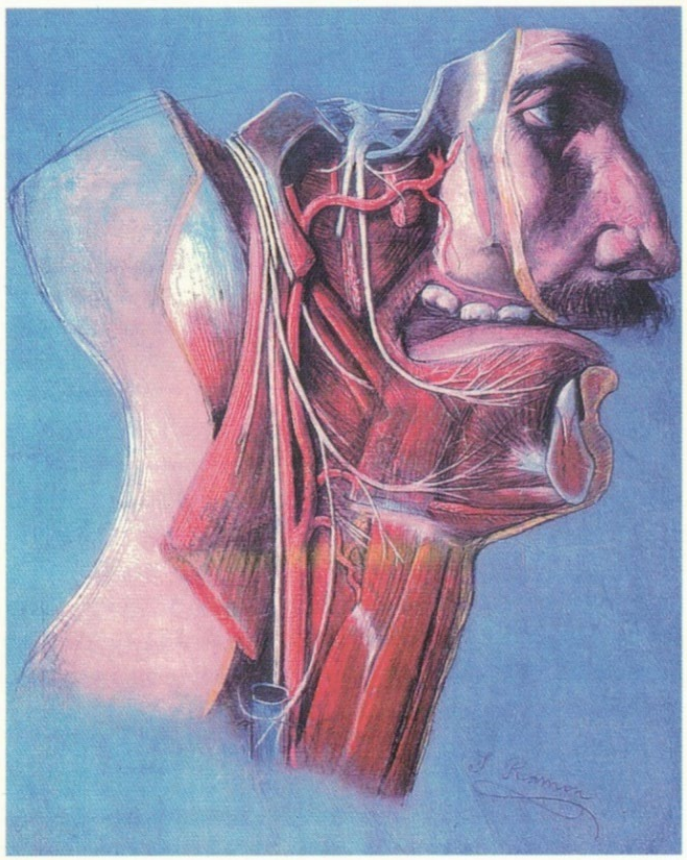

Ilustración 4. Dibujo anatómico con tizas de colores realizado por Ramón y Cajal durante su primer año de estudiante de Medicina en Zaragoza, 1870.

Para Sancho Cremades (2005: 2), vivimos en una cultura o civilización de la imagen, una hegemonía de lo visual en el mundo contemporáneo que parece contradecirse con el "logocentrismo" propio de la enseñanza obligatoria, que habría colocado el lenguaje verbal en el centro de atención, descuidando el estudio de las imágenes. Pero esta generalidad tiene también sus excepciones, porque en los estudios anatómicos el dibujo siempre ha cumplido un papel imprescindible, al menos desde la publicación de la obra de Vesalio en el siglo XVI (ilustración 5). Herederos de esta tradición anatómica, los histólogos del sistema nervioso del siglo XIX no eran acríticos consumidores de imágenes, sino que ellos mismos reproducían las investigaciones para corroborar con sus observaciones a través del microscopio las representaciones de otros colegas científicos, práctica reseñada por el propio Ramón y Cajal (1923: 218).

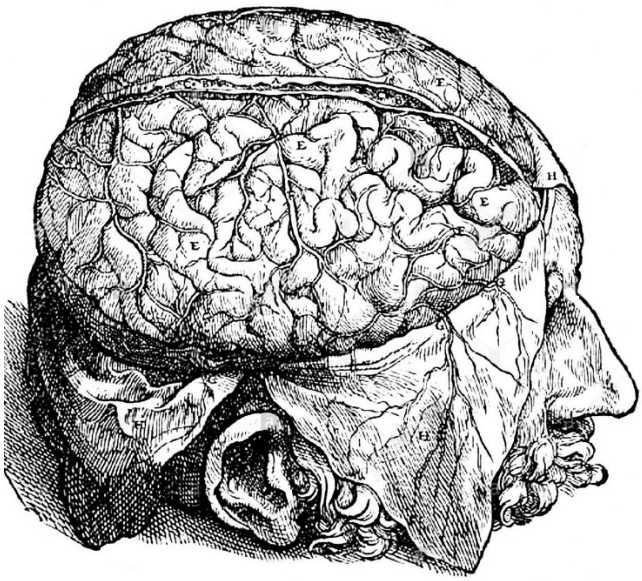

Ilustración 5. Grabado anatómico de un cerebro humano, en *De Humani Corporis Fabrica*, de Andrés Vesalio; libro VII, figura 2 (Vesalius, 1973).

En sus escritos memorialísticos, Ramón y Cajal (1934: 103-114) se posicionó en contra del "arte moderno" y su tendencia a lo abstracto y subjetivo y defendió un realismo clásico bajo el principio de mímesis o lo que, en términos de Gubern (1994: 67 y ss.), llamamos la "presión genética imitativa"[2]. Sin embargo, nuestro análisis nos llevará a matizar la posición de Ramón y Cajal. Debemos partir de un argumento que podrá parecer banal, como es que un dibujo histológico del sistema nervioso no es lo que se presentaría a nuestra vista si abriésemos el cráneo de un ave e hiciésemos un corte aleatorio en su cerebelo.

[2] Gubern (1994: 67 y ss.) distingue tres presiones genéticas en el arte visual: la imitativa, la simbólica y la convención iconográfica arbitraria.

© UNED. Revista *Signa* 32 (2023), pp. 543-571
DOI: *https://doi.org/10.5944/signa.vol32.2023.32787*
ISSN digital: 2254-9307. Papel: 1133-3634. CD-ROM: 2951-8687

3.1.2. *La problemática de la representación visual de las células nerviosas en el siglo XX*

Como observa López-Piñero (1988: 96-97), hacia 1880 la especialización de Ramón y Cajal lo situaba en el campo de investigación de la teoría celular, que entonces experimentaba grandes avances, posibles gracias a la mejora de los microscopios y de la "técnica de las preparaciones histológicas", en la cual se incluyen la invención del microtomo para la obtención de buenos cortes y el desarrollo de los métodos de tinción. Estas preparaciones histológicas conllevan una manipulación regulada y explícita de los tejidos observados, que de otro modo aparecen a la vista como una masa gris.

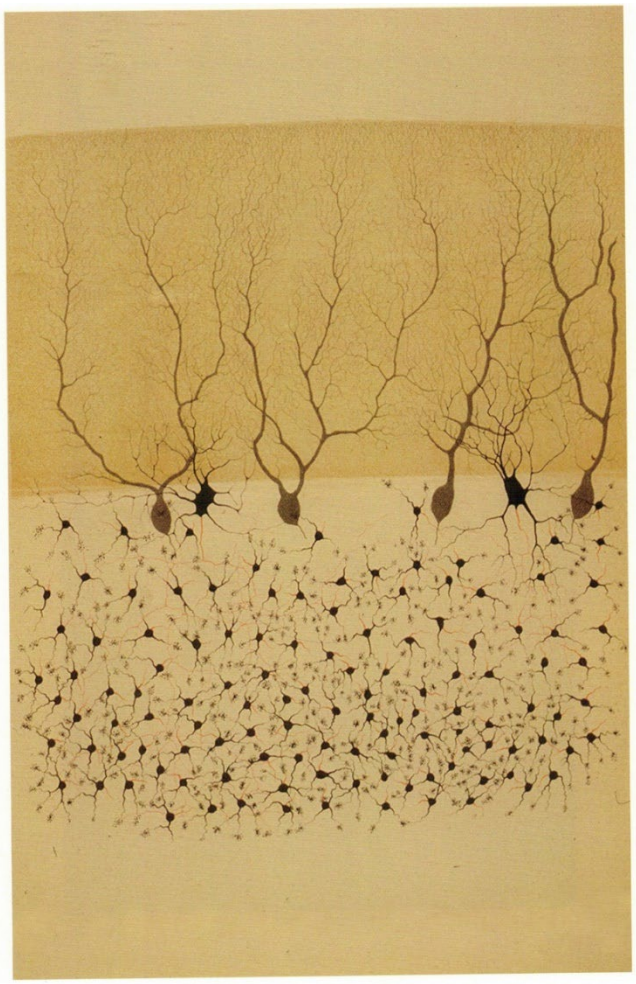

Ilustración 6. Dibujo de neuronas de la corteza cerebral del conejo realizado por Golgi en 1882 (DeFelipe *et al.*, 2007).

En la época, los histólogos defendían mayoritariamente la hipótesis reticular, que, debida a Joseph Von Gerlach, sostenía que las células nerviosas formaban redes, es decir, "un continuo, a modo de red", como precisa DeFelipe (2007: 50). Entre los más fervientes defensores de la teoría reticular se encontraba Camillo Golgi, que había desarrollado el

método de tinción con cromato de plata que, con pequeñas variaciones, sería utilizado por el propio Ramón y Cajal. Observamos que el tejido nervioso dibujado por Golgi (ilustración 6) representa las células nerviosas de la parte inferior organizadas en forma de red prototípica. Como explica Ramón y Cajal (1923: 188):

> Los principiantes histólogos veíamos entonces redes por todas partes […] De estas ilusiones ningún histólogo está libre […] los esquemas sencillos estimulan y halagan tendencias profundamente arraigadas en el espíritu: la inclinación nativa al ahorro de esfuerzo mental y la propensión, casi irresistible, a tomar como verdadero lo que satisface a nuestro sentido estético, por exhibirse bajo formas arquitectónicas agradables y armoniosas. Como siempre, la razón calla ante la belleza.

Las investigaciones, sin embargo, aún no habían permitido constatar la existencia de tal red, mientras que los histólogos Wilhelm His y Auguste-Henri Forel habían planteado una hipótesis alternativa, según la cual las expansiones nerviosas terminarían libremente y la información nerviosa se transmitiría por contacto, no por continuidad. No obstante, tampoco ellos habían aportado pruebas. Como explica Ramón y Cajal (1888: 9), el propio Golgi había matizado la teoría reticular, estableciendo "una red de expansiones axiles (las ramitas de las prolongaciones de Deiters) que denomina *red difusa*, y por la cual podrían enlazarse las células de un modo indirecto". Esta problemática, que afectaba a dos hipótesis en pugna, solo podía resolverse mediante la observación empírica y la inducción.

3.2. Microcontexto. La preparación histológica como *entidad intermedia* o primera fase del proceso semiótico

Hemos identificado la *entidad presente* con los dibujos histológicos, y la *entidad ausente* con el tejido del sistema nervioso, objeto de estudio de investigadores como Camillo Golgi y Ramón y Cajal. Sin embargo, entre el tejido del sistema nervioso, digamos, *en bruto* (una mera sustancia gris) y el elaborado dibujo histológico hay todo un proceso de transformación que los propios histólogos explicitan en la literatura científica. La primera fase de este proceso es la preparación histológica, que constituye así lo que llamaremos una *entidad intermedia*.

Varios siglos separan el dibujo anatómico de un cerebro en la obra de Vesalio (ilustración 5) y los dibujos histológicos de Ramón y Cajal (ilustraciones 1 y 2), con los desarrollos acontecidos en el campo de la biología[3] y la invención de instrumental y técnicas sofisticadas, como el microscopio, el microtomo y los agentes tintóreos.

[3] Sherrington (1958: 16) explica que "un paso genial, que [Ramón y Cajal] dio desde sus primeros trabajos, estribó en recurrir a materiales procedentes de embriones (por ejemplo, del pollo)". Ramón y Cajal (1888: 3-4) observa que la forma y conexiones de los embriones de aves recuerdan a los de los mamíferos, con la diferencia de que "ciertos elementos aparecen más claramente, y algunas disposiciones que sería dificilísimo apreciar en el hombre se exageran y modifican de un modo notable". Pensamos que en esta decisión metodológica está implícita la teoría de la evolución de las especies, de Darwin.

Siguiendo las explicaciones de Ramón y Cajal (1888: 1-3), podemos dividir el proceso de transformación operado en la preparación histológica en varios pasos: selección de muestras de un ave joven, corte del tejido cerebeloso, induración de las muestras (primero maceración, para que sean receptivas al teñido, y luego sumersión, para teñirlas) y conservación de las muestras (lavado, desecación y montaje al descubierto sobre una lámina). Este proceso sería similar en algunos aspectos al de la preparación por Ramón y Cajal de un bodegón (ilustración 7), mediante la elección de varios productos y su disposición en una mesa, en un lugar expuesto a unas condiciones de luz, pero es muy distinto de su fotografía de una calle de Nueva York, donde no existe una entidad intermedia (ilustración 8).

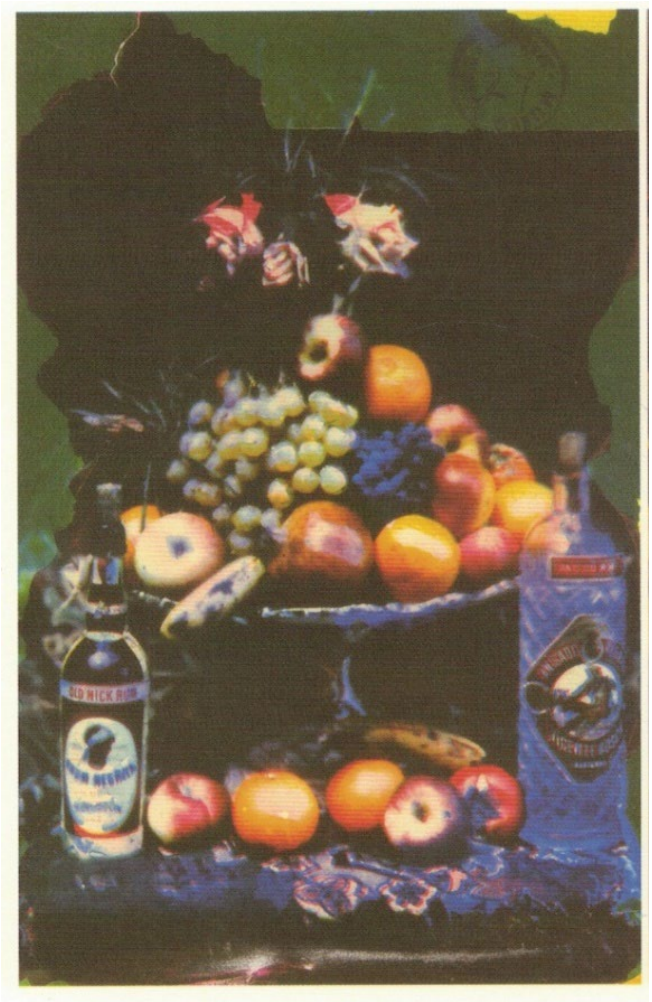

Ilustración 7. Bodegón en color con flores; fotografía de Ramón y Cajal, 1907, procedimiento tricrómico sobre papel (Ramón y Cajal, M.ª Á., 2007: 39).

En el proceso de preparación histológica, imprescindible en la investigación científica, podemos identificar al menos tres transformaciones del tejido nervioso, las cuales implican ya una codificación de la representación: selección, cortes y tinción.

Ilustración 8. Vendedores ambulantes y transeúntes en Broadway, Nueva York, fotografía de Ramón y Cajal, 1899, positivo estereoscópico (Hernández Latas, 2000).

a) Selección

Se selecciona el objeto y se introduce en un contexto controlado por el dibujante. A diferencia de la acuarela de un paisaje campestre o una fotografía de viaje (ilustraciones 3 y 8), en cuyos contextos el artista se integra, en el dibujo histológico, como en las fotografías de estudio (ilustración 7), el entorno estará controlado por el dibujante, que dispone de un microtomo, productos químicos y un microscopio. En este caso, la elección del objeto viene condicionada por un interés, la disponibilidad y un criterio de adecuación: ni cualquier objeto despierta nuestro interés ni todos los objetos están disponibles ni son adecuados. Los criterios por los cuales Ramón y Cajal ha seleccionado y obtenido muestras de los cerebros de una gallina y una paloma son científicos; la teoría de la evolución de las especies y los conceptos de ontogenia y filogenia están implícitos, puesto que se presume una similitud entre las células nerviosas de las aves jóvenes y adultas y las del propio ser humano. Así pues, el propósito primario de la comunicación en esta fase de selección no es el placer estético. También el contexto es científico; el laboratorio, aunque ausente de la representación, estará implícito en ella, pues dejará marcas en la entidad presente, en los dibujos: el corte del cerebelo, la tinción con productos químicos y la ampliación de lo observado gracias al microscopio. Los criterios de selección y las marcas del laboratorio son explícitos en el texto verbal y están motivados por el estado de la cuestión: la falsabilidad de una hipótesis reticular sometida a debate.

b) Cortes

Ilustración 9. Autorretrato de Ramón y Cajal en su laboratorio de Valencia, c. 1885-1887 (Ramón y Cajal, 2017).

Podríamos suponer que el formato rectangular de los dos dibujos histológicos y su orientación en el espacio están determinados por los de su soporte definitivo, los dos cristales que constituyen el cubreobjetos. Lamentablemente, no tenemos constancia de que Ramón y Cajal utilizara con estas preparaciones cubreobjetos o su alternativa, el bálsamo de Canadá, ni de que, por tratarse de preparaciones recientes, aún estuvieran al descubierto. Pero incluso si hubiera utilizado cristales, estos no habrían determinado ni el formato ni la orientación. La visión a través de la lente de un microscopio tiene un formato circular y tampoco determina la orientación en el plano, pues la muestra puede girarse. Podríamos tener un formato circular o uno vertical y la orientación bien podría ser otra. Volveremos a tratar la orientación, que la sociosemiótica estudia como función composicional, en el apartado correspondiente. En cuanto al formato de los dos dibujos, subrayemos que se trata de una opción entre varias posibles. El formato vertical suele preferirse para la representación de la figura humana (ilustración 9), mientras que el apaisado se prefiere para la representación de paisajes, aunque, en la acuarela de su infancia, Ramón y Cajal optó por el cuadrangular (ilustración 3).[4] El formato vertical

[4] El cuadrado es también el formato de las fotografías de viaje de Ramón y Cajal (ilustración 7), aunque en este caso está determinado por la cámara estereoscópica utilizada.

estabiliza la mirada, anima a reparar en el conjunto y a quedarse con la primera impresión, mientras que el formato apaisado o paisaje invita a un recorrido contemplativo. Golgi, en su representación de la red nerviosa (ilustración 6), optó por el formato vertical: la primera impresión y la ilusión de observar una red parecen imponerse. En los dos dibujos histológicos de Ramón y Cajal, por el contrario, el formato apaisado invitará a nuestro ojo a un recorrido atento por los detalles. Observemos que, en otras imágenes, para centrar la atención en una sola célula nerviosa, Ramón y Cajal optará por el formato vertical (ilustraciones 10 y 11). Los formatos son, en efecto, convenciones culturales, pero la elección dentro del par vertical-apaisado intensifica o la percepción de la figura o la contemplación de los detalles del conjunto. El criterio de formato horizontal no es explícito en la literatura científica ni está determinado por el método; se trata de una convención cultural que, no obstante, sí tiene una característica secundaria de carácter cognitivo: favorecer el análisis de los detalles.

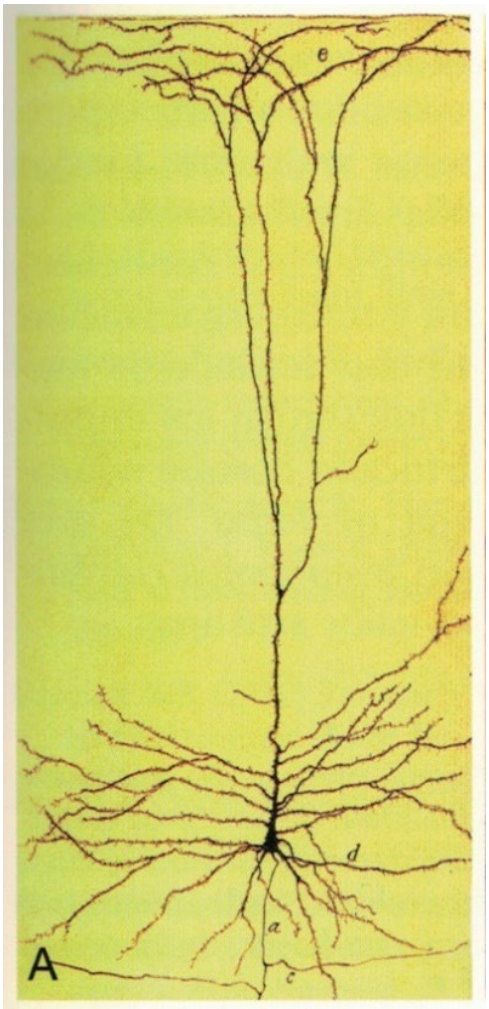

Ilustración 10 (izquierda). Célula piramidal, dibujo de Ramón y Cajal, 1899.
Ilustración 11 (derecha). Célula piramidal, microfotografía de Ramón y Cajal.
(DeFelipe, 2007: 89)

© UNED. Revista *Signa* 32 (2023), pp. 543-571
DOI: *https://doi.org/10.5944/signa.vol32.2023.32787*
ISSN digital: 2254-9307. Papel: 1133-3634. CD-ROM: 2951-8687

c) Tinción

Ramón y Cajal (1923: 189) explica que el protoplasma de las células nerviosas atrae el precipitado de cromato de plata bajo determinadas condiciones. El objetivo es teñir las células nerviosas para distinguirlas del resto del tejido. Esta fase de la preparación permite el cumplimiento de una de las leyes de la forma de la Gestalt, la distinción figura-fondo. Sancho Cremades (2005: 8) observa que los críticos de esta corriente han desvelado que la distinción figura-fondo en las imágenes bidimensionales es un hecho cultural y, por lo tanto, aprendido, por lo que las leyes de la forma podrían "ser propias de una cultura como la occidental". Sin embargo, en el caso de las preparaciones histológicas, la distinción figura-fondo parece más bien justificarse por una necesidad tanto cognitiva como óptica: el método de tinción de Golgi permitía ver detalles que de otro modo no eran apreciables por el ojo humano a través del microscopio. Subrayemos que las células nerviosas no son objetos de nuestra experiencia perceptual cotidiana. En las preparaciones histológicas, la tinción se impone por la necesidad cognitiva de distinguir la célula del resto del tejido nervioso, es decir, de crear en la mente del observador científico el percepto de la célula. Sin tinción no es posible crear un percepto nítido de la entidad ausente, en especial de las ramificaciones más finas y tenues de las células nerviosas. ¿Forman una red, con sus extremos unidos, anastomosados? ¿o su contacto es mediato, es decir, sin continuidad? Esta fase deja probablemente la marca más notoria en el futuro dibujo, formado por líneas oscuras sobre un fondo amarillo pálido, aunque observamos que, si en la ilustración 1 las líneas son negras, en la ilustración 2 son de un ocre oscuro. La transformación que la tinción ejerce sobre la entidad ausente también es explícita en la literatura científica y está motivada por requerimientos cognitivos y ópticos y el estado de la cuestión: la falsabilidad de una hipótesis reticular sometida a debate.

4. ANÁLISIS

4.1. El viaje analítico del ojo

Para el lego, la primera reacción es de extrañeza. Aunque el artículo consta de varias páginas de texto verbal, la curiosidad nos anima a mirar primero los dibujos. Observamos la primera litografía y, al no reconocer en ella ningún objeto de nuestra experiencia cultural cotidiana, buscamos referencias en la segunda. La extrañeza persiste. El formato apaisado sugiere encontrarse ante sendos paisajes, cada uno con varias zonas horizontales bien diferenciadas, identificadas en los laterales por unas llaves alfabetizadas. Incluso para el lego, hay un mínimo de información verbal que condiciona esta primera visualización de las dos imágenes: nos encontramos ante un paisaje cerebral, poblado de células nerviosas. Ahora bien, ¿cuál es el punto de *entrada* de la imagen, aquel que atrae nuestra mirada de un modo intuitivo? Ningún objeto tiene color: vemos grupos de líneas oscuras sobre un fondo de uniforme amarillo pálido. En el ángulo superior izquierdo de

la primera imagen destacan dos grandes elementos, que conforman una mancha de negro más densa que el resto de los objetos de la imagen y atraen intuitivamente nuestra mirada. El ojo recorre la mancha negra, que puede recordar a dos vegetales, y enseguida es llevado, desde el ángulo inferior derecho de esta mancha, a incorporarse a una franja de objetos que se alinean de izquierda a derecha. El punto en el que confluyen la masa y la franja horizontal podría ser un candidato a *punto de máximo interés* de la imagen, aquel que de un modo más insistente reclama nuestra atención. Si intentamos localizar la sección y el punto áureos, tan influyentes desde el Renacimiento y las investigaciones de Luca Pacioli[5], veremos que nuestro candidato a punto de máximo interés, que se sitúa en la mitad inferior de la imagen, se aleja de la *divina proporción*. Pero además hay otros elementos que, aquí y allá, reclaman nuestra atención: las pequeñas manchas más oscuras que constituyen lo que llamaremos intuitivamente *núcleos* de los elementos. Nuestro ojo, tras recorrer la franja horizontal, que conforma un *camino* visual, se desplazará probablemente a algunos elementos de la parte superior, y solo después a otros puntos de la parte inferior. Hay una entrada para la imagen y un posible camino, que sin embargo es interrumpido, pero no existe una salida, una zona expedita desde la que podamos superar el marco. Por sorprendente que parezca, la potencial armonía que buscamos en cualquier imagen se ve aquí contrariada. Con una metáfora musical, podríamos decir que la *disonancia visual* se impone[6]; no hay reposo para el ojo, que parece ser reclamado por cada zona y estimulado a fijarse en los detalles. Solo después de un rato, el ojo aprecia en el fondo de la ilustración 1 otras líneas más finas, más tenues, formadas por puntos, que parecen corresponder a figuras de elementos que apenas si se insinúan. En la ilustración 2, las líneas no son negras, sino de un color ocre intenso, pero las figuras formadas por puntos son mayores y más apreciables.

Para el histólogo del sistema nervioso, este primer viaje es diferente. No le extrañan las líneas sobre un fondo amarillo porque ya ha visto otras representaciones de cortes del cerebelo. Está familiarizado con muchas de estas formas celulares, que forman parte de su experiencia cultural. El recorrido óptico del ojo es similar, pues también a él le atrae en primer lugar la mancha negra del ángulo superior izquierdo; también él se ve contrariado en la búsqueda intuitiva de la armonía de la imagen; sin embargo, él sí sabe leer la información cultural, científica, que está implícita: reconoce por su categoría las células nerviosas representadas y su mente recupera del contexto tanto la hipótesis reticular como la esperada presentación de pruebas que la corroboren. También a él, como al lego, la gramática visual lo estimula a acudir a los distintos puntos de la imagen que reclaman su atención sobre los detalles.

[5] Luca Pacioli (1444-1517) fue un fraile, economista y matemático, autor de la obra *De la divina proporción*, muy influyente en el arte y en el diseño.

[6] Solso (1996: 122 [mi traducción]) define la disonancia visual como "un estado de tensión psicológica causado cuando uno experimenta una disparidad entre lo que espera ver y lo que de hecho ver". Nosotros hemos centrado nuestro interés en primer lugar en la gramática visual y solo después en sus efectos sobre lo cognitivo y lo mental. En música, un buen exponente de la disonancia es la obra de Igor Stravinsky "La consagración de la primavera".

En este primer acercamiento, por lo tanto, añadimos otros tres recursos de gramática visual: una *entrada* en la imagen, un primer *camino* horizontal para el ojo y, de modo destacado, la *disonancia visual*.

4.1.1. Significado representacional

A nuestros ojos se ofrece un conjunto de objetos fijados en el tiempo, atemporales, que constituyen una estructura conceptual, según la definición de Kress y Leeuwen (2006: 79-113). Con excepción de las células estrelladas grandes (ilustración 1, F; ilustración 2, D), todos los objetos se representan dos o más veces, agrupados por tanto en clases. Kress y Leeuwen (2006: 79) sostienen que un "proceso clasificador" relaciona a los participantes para constituir una taxonomía, de modo que al menos uno de los participantes jugará un papel subordinado, y otro, un papel dominante. No apreciamos en ninguna de las dos figuras tales relaciones de subordinación y dominio. No obstante, también existen taxonomías encubiertas, en las que se produce una equivalencia entre subordinados, expresada mediante una composición simétrica. Aquí, sin embargo, no hay tal simetría. Lo que cada clase tiene en común con las demás es la propia repetición, el ritmo, las líneas negras de sus figuras y el hecho de presentarse como parte de un mismo paisaje o una misma estructura. A este tipo de proceso, Kress y Leeuwen (2006: 87) lo llaman "analítico", en el que se implican dos tipos de participantes: el todo y las partes. Nos encontramos, por lo tanto, ante un caso de significado representacional mixto, en parte una estructura conceptual clasificacional, en la que los elementos se agrupan en clases, y en parte una estructura conceptual analítica, en la que los elementos se relacionan en términos de todo-parte. Podríamos incluso pensar, atendiendo a las capas horizontales en que se divide cada figura, que es un paisaje compuesto, formado por simple agregación de franjas de realidad diferentes. Debemos retener tal sensación, porque volveremos sobre esta cuestión al analizar el significado composicional. Sin embargo, de nuevo los factores de repetición y las líneas negras de las figuras contribuyen a sostener la visión de un conjunto, un todo; a esto debemos añadir los elementos que recorren varias capas (ilustración 1, B; ilustración 2, D) y el propio fondo amarillo, que es una constante en la representación. En resumen, la repetición de formas, las líneas negras, los elementos comunes a varias capas y el fondo de color impiden que nos encontremos ante un proceso analítico desestructurado, según los parámetros de Kress y Leeuwen (2006: 92), o ante una especie de muestrario desordenado. Podríamos corroborar cada clase categorial mediante las letras identificadoras, que remiten a una explicación verbal, y, mediante la simple lectura del título del artículo, la existencia de un todo en relación analítica con sus partes, pero ahora lo relevante es que la gramática visual ya expresa ambas estructuras conceptuales.

Asimismo, los dos dibujos representan gran cantidad y variedad de objetos de la misma estructura analítica. Líneas antes, con un símil, hemos adelantado la palabra *muestrario*. En efecto, por su variedad y cantidad (y por otros factores, como el formato

y la perspectiva), las figuras recordarían el muestrario de un museo de ciencias naturales, pero un muestrario aparentemente desordenado, que no ha sido dispuesto por la mano del ser humano. Comparemos las dos figuras con el bodegón del experimento cromático de Ramón y Cajal (ilustración 7). En las dos figuras, no hay una disposición intencional ni una simetría; hay, sí, repetición de formas, pero la disonancia visual vuelve a pedirnos que prestemos atención a los detalles; por ejemplo, a las formas que se extienden por varias capas. Así pues, consideramos que no existe una relación de dependencia ni jerárquica entre ambas estructuras, sino que coexisten de modo complementario. También podemos seguir comparando los dos dibujos histológicos con el bodegón fotográfico en lo que respecta a las clases representadas: células nerviosas en el primer caso, frutas y licores en el segundo. Juntar licores y fruta en un bodegón es una elección creativa; aún tendríamos un bodegón si, en lugar de licores, Ramón y Cajal hubiera optado por una jarra de leche, y en lugar de fruta, por comestibles elaborados, o si hubiera introducido también utensilios de cocina, como un tenedor; las flores del extremo superior, por ejemplo, forman parte del bodegón, aunque no pertenezcan a la categoría alimentos. Por el contrario, la estructura conceptual clasificadora de los dos dibujos histológicos es categorial, es decir, está regida por un criterio de categorización. No la mera repetición de formas, sino su agrupamiento en clases de dos o más miembros, ayuda precisamente a identificar que cada elemento fisiológico es constituyente de una categoría, y todos ellos, de una categoría mayor, la de las células nerviosas. Las explicaciones verbales corroboran esta intuición visual.

Resumen: los dos dibujos histológicos representan estructuras conceptuales mixtas: clasificadora y analítica; estas estructuras no están en relación de dependencia. El agrupamiento en clases está regido por un criterio categorial científico.

4.1.2. Significado interactivo o interpersonal

Puede parecer anti-intuitivo buscar el significado interpersonal en dos dibujos que representan objetos naturales vivos, pero inanimados. En sociosemiótica, distinguimos los participantes representados de los participantes interactivos, es decir, "las personas que se comunican mediante las imágenes, sus productores y receptores", como explican Kress y Leeuwen (2006: 114 [mi traducción]). Hay dos tipos de relaciones por las cuales los participantes interactivos se presentan en las imágenes: su actitud hacia los participantes representados y sus actos orientados hacia los otros participantes interactivos. Los autores explican que hay imágenes en las que los participantes interactivos también están presentes y contextos en los que las imágenes son presentadas por sus productores, pero en otras imágenes y otros contextos el receptor podrá encontrarse a solas con la imagen. Nosotros, hoy, estamos solos con las dos ilustraciones analizadas, pero Ramón y Cajal mostró personalmente ilustraciones como esta en una conferencia antes de recoger el Premio Nobel. Sin embargo, sea cual sea el contexto de

producción y el contexto de recepción de las imágenes, su elemento en común siempre es el mismo, las propias imágenes (Kress y Leeuwen, 2006: 115).

En las ilustraciones 1 y 2, el contexto de producción ya ha dejado varias marcas en la fase de preparación histológica, a cuyas marcas añadimos ahora las dejadas por el microscopio. Esta herramienta impone sobre las preparaciones un punto de vista y permite la contemplación de elementos diminutos, inapreciables por el ojo humano desnudo.

Hay tres variables en el significado interpersonal: el contacto visual, la distancia social y el punto de vista o perspectiva. El primero, que analiza la correspondencia entre las miradas de los participantes, es irrelevante en el caso de los dibujos histológicos. Sin embargo, la distancia social y el punto de vista son precisamente las dos marcas que, como ya hemos señalado, ha dejado en ellos el uso del microscopio.

Kress y Leeuwen (2016: 124) definen la distancia social como una transposición de la proxémica al lenguaje visual. Es un recurso relacionado con el encuadre. Al representar participantes humanos o humanizados, el productor de las imágenes debe elegir que estén más lejos o más cerca del receptor potencial, pero esto, subrayan, también es aplicable a la representación de objetos. El aumento de la distancia podría sugerir mayor impersonalidad, mientras que, al contrario, la mayor cercanía suele sugerir mayor intimidad y destaca la individualidad. Desde luego, nos encontramos en el terreno de las convenciones culturales. Pero en el contexto también cultural de la histología del sistema nervioso en el siglo XIX, la distancia entre el ojo del productor o el receptor y los objetos representados debemos relacionarla con dibujos precedentes; dado que la visión de células nerviosas no pertenece a nuestra experiencia cotidiana de legos, es relativa. Si comparamos el dibujo de Camillo Golgi (ilustración 6) con las dos ilustraciones de Ramón y Cajal, de inmediato comprobaremos que la distancia social es mucho menor en las segundas. Podríamos decir que Ramón y Cajal, en comparación con Camillo Golgi, ha destacado la individualidad de las células nerviosas y sugiere una mayor intimidad con ellas. Ahora bien, teniendo en cuenta que los receptores de los dos dibujos eran los especialistas en histología del sistema nervioso, estas convenciones culturales quedan disminuidas ante el enorme beneficio procurado por una representación más cercana, que permitió aumentar los detalles y construir un percepto más nítido: es una mejora cognitiva. Al disponer de un microscopio de mayores aumentos, Ramón y Cajal eludió definitivamente la ilusión de red que transmite el dibujo de Camillo Golgi.

El punto de vista viene impuesto también por el uso del microscopio, que imposibilita una selección de ángulo. Parece necesario recordar que este punto de vista no puede ser en relación con las entidades ausentes, es decir, las células nerviosas, que no tienen *un delante* y *un detrás*, sino con esa entidad intermedia que es la preparación histológica. La perspectiva frontal, con un ángulo de valor cero, sugiere, según la sociosemiótica, un tipo de imagen objetiva. Si la perspectiva frontal sugiere objetividad, es por el diferencial que establece con la subjetividad de las perspectivas angulares. Así que la objetividad de la perspectiva frontal sería una convención por ausencia, pues una perspectiva angular sí subraya la propia posición de los sujetos productor y observador. Las representaciones

anatómicas (ilustraciones 4 y 5) pueden acoger otras perspectivas, por lo que el ángulo frontal no es un requisito de la disciplina. Aquí nos asalta una duda: ¿en qué medida influyó la invención del microscopio en el establecimiento de esta convención cultural, la objetividad atribuida al punto de vista frontal?[7].

Resumen: los dos dibujos histológicos tienen una distancia social relativa menor que los dibujos de los histólogos precedentes, por lo que, de acuerdo con la sociosemiótica, sugieren intimidad y destacan la individualidad. La perspectiva frontal transmite una sensación de objetividad. Ambos recursos están determinados por el uso de un microscopio potente y los beneficios cognitivos que aportaba.

4.1.3. Significado composicional

Aquí nos centramos en la organización de los elementos en la imagen o cómo los recursos representacionales e interactivos se relacionan entre sí. Kress y Leeuwen (2006: 177) agrupan los recursos en tres sistemas: prominencia o destaque, encuadre y valor informativo.

En la introducción de este mismo apartado, "El viaje analítico del ojo", ya hicimos algunas observaciones acerca de la prominencia, en relación con la entrada de la imagen o el punto de máximo interés, mientras que, al hablar de la distancia social, hicimos lo propio con este aspecto del encuadre. Pero ahora nos interesa indagar en la interrelación entre los recursos representacionales y los interactivos.

a) La prominencia

La prominencia nos permite estudiar los recursos que atraen la atención del participante activo (productor u observador) sobre un elemento de la composición, recursos como el tamaño y los contrastes cromático y tonal. En las dos ilustraciones, que estudiamos como un mismo producto semiótico, el primer recurso es la mancha negra del ángulo superior izquierdo de la ilustración 1, que, como ya dijimos, se constituye en la entrada de las litografías. Sin embargo, ya observamos que otras manchas dispersas, los *núcleos* de otras células, producían una falta de armonía que contrariaba las expectativas estéticas del ojo; identificamos este efecto como parte del recurso que llamamos *disonancia visual*.

[7] Observamos un conflicto aparente entre la individualidad de la menor distancia social y la impersonalidad del ángulo frontal. Este conflicto no es tal si entendemos que la individualidad de la distancia social pone el foco en lo representado, y la perspectiva, en la presencia o ausencia de la subjetividad del productor o del observador.

b) Encuadre

Dentro del encuadre, estudiamos los recursos que afectan al ritmo visual y a su interrupción, representando los elementos como entidades conectadas o, por el contrario, desconectadas. Es decir, que, desde el punto de vista de las convenciones culturales, las mismas clases de células nerviosas agrupadas por un criterio categorial, sugieren la desconexión de un grupo con otro. Lo apreciaremos mejor si comparamos de nuevo las dos ilustraciones 1 y 2 con el dibujo de Camillo Golgi (ilustración 6), cuya gramática visual sugiere una conexión de todos los elementos; en el dibujo de Golgi, la potencial desconexión entre las formas de las células nerviosas de la parte superior y la *red celular* de la parte inferior queda desmontada por la decidida introducción de las células superiores en la *red celular* de las inferiores. ¿Era un recurso como este en el que pensaba Ramón y Cajal (1923: 206) cuando acusaba a los reticularistas de mantener su hipótesis "a fuerza de habilidades, de inconsecuencias, de subterfugios"? En los dos dibujos de Ramón y Cajal, la desconexión no se sugiere solo entre clases, sino también entre los elementos de cada clase, pues es apreciable que ni los elementos están alineados (con la excepción del camino de la ilustración 1) ni las distancias que separan a unos de otros son constantes. Esta apreciación es posible gracias a la reducción de la distancia social, debida al uso de un microscopio de mayores aumentos, pero también a preparaciones histológicas más completas y con figuras mejor definidas, obtenidas a partir del cerebelo de los embriones de aves.

Consideramos que esta desconexión sugerida por la ruptura de los ritmos visuales de encuadre, más que reforzar la disonancia visual propia de la prominencia, formaría parte de ella. La disonancia visual sería un efecto de conjunto que contraría las expectativas estéticas y que estaría constituido por recursos de la composición: la ausencia de proporción o, si se quiere, de geometría; la existencia de elementos tonales irregulares que compiten por atraer la atención sobre los detalles; y la ruptura de los ritmos, tanto entre grupos o clases como en lo relativo a las distancias y la alineación de los elementos de cada clase.

c) Valor informativo

En el valor informativo, el tercer sistema de composición estudiado por el significado composicional, analizamos los significados asociados a la posición de los elementos en los ejes horizontal y vertical y en la estructura centro-márgenes.

En la estructura centro-márgenes, según la sociosemiótica, la información ubicada en el centro sería la nuclear o principal, y la ubicada en los márgenes sería dependiente de esta o secundaria. Ninguno de los dos dibujos sigue esta estructura. Tampoco podemos identificar las llaves como información secundaria por el hecho de que Ramón y Cajal las dispusiera en el margen derecho de la ilustración 1 y en el margen izquierdo de la

ilustración 2, pues también encontramos letras identificadoras junto a diversos elementos fisiológicos de ambos dibujos.

En el eje vertical, según la sociosemiótica, la información ubicada en la parte superior se asociaría con lo ideal, y la colocada en la inferior, con lo realista o práctico. Ya observamos que la preparación histológica no determinaba la orientación espacial del dibujo. Lo que estaba arriba podía estar abajo, a la derecha o a la izquierda. Sin embargo, es muy discutible que podamos identificar las células nerviosas representadas en la parte superior con lo ideal. Siguiendo la terminología usada por Ramón y Cajal, la franja A representa la capa superficial o molecular; la franja B, la capa granulosa; y la franja C, la capa de sustancia blanca. Es decir, que la orientación espacial del dibujo en el eje vertical puede estar determinada por una intuición cognitiva, como es la propia posición erguida del ser humano, fuente habitual de metáforas orientacionales, tal como señalan Lakoff y Johnson (2003: 14-15), o ser una simple convención de la disciplina, o ambas cosas.

Pero el eje horizontal, de izquierda a derecha en la cultura occidental, nos depara una sorpresa. Según la sociosemiótica, la información dada o conocida se colocaría a la izquierda, y la nueva o problemática, a la derecha, de modo similar a como ocurre en las estructuras informacionales no marcadas del lenguaje verbal, tal como señala Halliday (1994: 297). Puesto que consideramos las dos figuras como un mismo producto semiótico, podríamos buscar la información nueva en la segunda. Ya señalamos que la desconexión está sugerida por los recursos de la disonancia visual, pero además se ve corroborada empíricamente mediante la observación detallada de los extremos de cada elemento fisiológico. Esta observación detallada requiere un esfuerzo cognitivo importante, que Ramón y Cajal nos facilita precisamente a la derecha de la segunda imagen. Hemos destacado con un círculo rojo una célula nerviosa claramente aislada del resto (ilustración 12), sin contacto ni solapamiento de extremidades. Quizás no sea gratuito que esta célula esté emplazada allí donde la sociosemiótica prevé que se ubique una información que, para los histólogos de siglo XIX, muchos de ellos defensores del reticularismo, era no solo nueva, sino muy problemática. Esta célula nerviosa podría ser el epítome de todos esos elementos a los que se refiere Ramón y Cajal (1888: 9) en su metáfora: "diríase que cada elemento es un cantón fisiológico absolutamente autónomo".

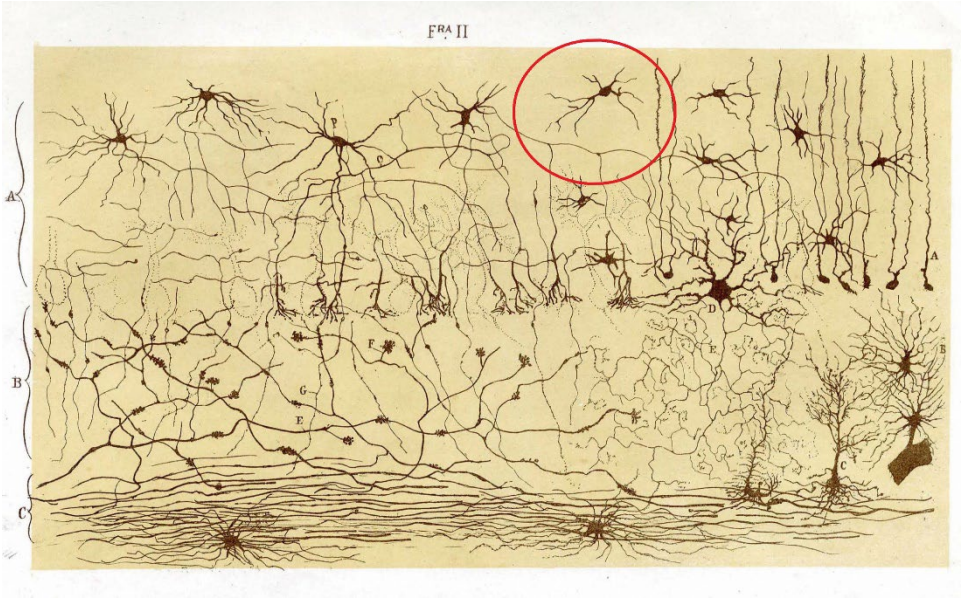

Ilustración 12. Variación sobre la ilustración / Fra 2, con la que marcamos el dibujo de una célula aislada, un "cantón fisiológico absolutamente autónomo".

Resumen: Ramón y Cajal rechaza la hipótesis reticular mediante la representación de la información nueva y problemática a la derecha en el eje horizontal; previamente, la desconexión se sugiere mediante una disonancia visual constituida por la ausencia de proporción o geometría, la existencia de elementos tonales irregulares, que compiten por atraer la atención sobre los detalles, y la ruptura de los ritmos, tanto entre grupos o clases como entre los elementos de cada clase.

4.1.4. La modalidad científica

Kress y Leeuwen (2006: 164) proponen como ejemplo de modalidad científica un tipo de dibujo técnico, carente de color, textura, sombras y perspectiva, pues la ciencia tiende a desentenderse de todo aquello que no sea relevante. Los dos dibujos parecen acomodarse parcialmente a este ejemplo, aunque también contienen elementos y cualidades que los alejan del esquematismo propio de un dibujo técnico. Revisamos sucintamente el uso de los marcadores de modalidad en los dibujos, dentro del continuo en el par polarizado representación naturalística-representación científica:

Color. No hay apenas color, con la excepción del amarillo del fondo, carente de saturación, diferenciación y modulación. La modalidad naturalística se caracteriza, por el contrario, por estos tres recursos. El uso del color está determinado por la preparación histológica, en concreto por el método de tinción. Existe una diferencia entre las figuras, porque el trazo de la segunda no es negro, sino ocre oscuro, cercano al rojo. Esta diferencia, sin embargo, no modifica la relación figura-fondo, pues el contraste sigue siendo muy alto.

Contextualización. La entidad ausente se representa descontextualizada. La modalidad naturalística tiende, por el contrario, a una completa contextualización. La descontextualización de los dos dibujos está determinada por la preparación histológica.

Representación. La representación de las células nerviosas es abstracta respecto de la entidad ausente (de la que solo se representan las figuras), pero detallada respecto de la entidad intermedia o preparación histológica, pues también se representan formas irregulares y variaciones tonales, mediante líneas más o menos gruesas, otras apenas sugeridas, formadas por puntos discontinuos, y mediante la aplicación de otro color a las células nerviosas en la ilustración 2. Recordemos que la modalidad científica tiende a la abstracción, y la naturalística, a la representación del detalle. En este aspecto, los dos dibujos histológicos cumplirían una modalidad naturalística respecto de la entidad intermedia, pero científica respecto de la entidad ausente.

Profundidad. Los dos dibujos carecen de profundidad. La modalidad naturalística tiende a profundizar la perspectiva. La ausencia de profundidad está determinada por la preparación histológica y por el uso del microscopio.

Iluminación. Los dos dibujos carecen de sombras. En la modalidad naturalística, los participantes tienden a acusar el efecto de alguna fuente de iluminación, sea natural (el Sol) o artificial. La carencia de sombras está determinada por la preparación histológica y las condiciones del laboratorio.

Brillo. Los dos dibujos tienden a reducir el brillo a dos valores, quizás tres: el amarillo pálido del fondo, el negro de las figuras y un gris oscuro para algunos elementos. En la modalidad naturalística, la tendencia es multiplicar los grados de brillo. La reducción del brillo a dos o tres valores está determinada por la necesidad cognitiva de diferenciar las figuras y por el método de tinción.

Nuestra conclusión es que los dos dibujos cumplen todos los marcadores de modalidad científica, aunque en un caso (el marcador representación) no en relación con la entidad intermedia o preparación histológica, que se representa con más detalle, sino en relación con la entidad ausente. No obstante, debemos matizar que el cumplimiento de todos estos marcadores depende de las necesidades cognitivas y los requerimientos metodológicos que han conducido a la preparación histológica. No se trata aquí de una convención cultural, sino, quizás, del establecimiento de la convención cultural; los dos dibujos de Ramón y Cajal, mejor que seguir la modalidad científica, parecen constituirse en un modelo de modalidad científica[8].

Esto nos conduce también a una reflexión acerca de la relación entre la regularidad y la modalidad científica, entre las *formas bellas* y el conocimiento. Recordemos que el propio Ramón y Cajal aludía en sus memorias a la arquitectura, a la estética de las células nerviosas y su organización en el cerebro; las representaciones geométricas regulares parecen guardar un paralelismo con las leyes de la ciencia, una correlación, pero esta

[8] Kress y Leeuwen (2016: 163) explican que un proceso similar se produjo con algunas técnicas fotográficas, cuyas realizaciones se convirtieron en estándar del naturalismo fotográfico.

correlación puede ser engañosa, porque "Como siempre, la razón calla ante la belleza" (Ramón y Cajal, 1923: 188).

Los dos dibujos histológicos rompen esta correlación, esta sugestión: la nueva ley intuida por Ramón y Cajal contraría la armonía de las bellas formas geométricas y regulares y se apoya, por el contrario, en la disonancia visual. La búsqueda de la verdad, parece sugerirnos Ramón y Cajal, requiere atención al detalle, esfuerzo cognitivo; la verdad, tal como muestra Ramón y Cajal, no se recibe en una contemplación estática, sino que se busca en un proceso dinámico. En el apartado siguiente exploramos precisamente el proceso de búsqueda que condujo a la realización de los dos dibujos histológicos.

4.2. La construcción científica de un percepto

En el apartado anterior, hemos analizado los dos dibujos como un viaje del ojo, desde el punto de vista del receptor. Ahora, considerando la gramática visual, intentaremos adoptar la perspectiva del productor, esbozando el proceso dinámico implicado en la realización de los dos dibujos histológicos.

Observemos las ilustraciones 10 y 11, donde se representan sendas células piramidales. La primera es un dibujo de Ramón y Cajal, y la segunda, la microfotografía de una célula piramidal similar. DeFelipe (2007: 89) explica que "es difícil creer que en una preparación de corteza cerebral humana se puedan visualizar células piramidales impregnadas con el método de Golgi con una dendrita apical larga". DeFelipe prosigue explicando que, por este motivo, figuras como esta fueron consideradas por algunos autores dibujos esquemáticos, aunque la similitud de los dibujos con las células representadas ha sido constatada por otros científicos en numerosas ocasiones y con otras técnicas. DeFelipe (2007: 88-90) destaca de los dibujos de Ramón y Cajal su veracidad y concluye que "lo que es realmente fundamental y valioso de estas bellas ilustraciones es la extraordinaria información científica que contienen".

El dibujo que recoge la ilustración 10 está creado a partir de varias preparaciones histológicas diferentes. Se trata, técnicamente, de una composición, pero no una composición en el sentido que hasta ahora hemos utilizado, como recurso semiótico de significado convencional, sino en el sentido literal de una imagen compuesta a partir de otras, técnica que permite integrar en un único percepto los perceptos discretos y discontinuos obtenidos de observaciones distintas. Un histólogo del siglo XIX que aspirase a crear un dibujo integrador de sus observaciones, una síntesis, se enfrentaba al problema cognitivo de perseguir las figuras de las células nerviosas a través de distintas distancias focales y a identificar fragmentos de información visual como parte de la misma estructura. Ramón y Cajal, además, tenía por delante el enorme reto de mostrar visualmente, inequívocamente, la inexistencia de redes y aportar un muestrario o inventario representativo de las células nerviosas que había en cada capa, componiendo una imagen sintética que pudiera ser corroborada por las preparaciones histológicas y las observaciones de sus colegas científicos. Ningún histólogo podría obtener nunca una

preparación histológica (la entidad intermedia) que fuese idéntica a uno de sus dos dibujos, pero todo en sus dibujos debía ser, en efecto, veraz y estar sometido al método científico, para que cualquier histólogo pudiese corroborar que su dibujo reproducía no una muestra única, sino un constructo científicamente válido, una síntesis operativa.

En el texto verbal del artículo, hay elementos que nos permiten corroborar la técnica compositiva utilizada por Ramón y Cajal: sus alusiones a distintos cortes, su comparativa entre las muestras obtenidas de aves y las obtenidas de humanos, su mención, en fin, del ingente trabajo de observación que le llevaría a concluir que "jamás, en *numerosísimas preparaciones*, hemos podido sorprender la prolongación de una de estas fibras varicosas de los flecos por la zona granulosa subyacente" (Ramón y Cajal 1888: 5 [mis cursivas]). Esta multiplicidad de preparaciones también está implícita, por ejemplo, en la explicación de que la capa granulosa requiere una variación en el método de tinción, porque "se tiñen difícilmente por el proceder de Golgi ordinario (primer método), pero se coloran con bastante frecuencia utilizando el segundo método de este autor" (Ramón y Cajal, 1888: 6). Asimismo, las proporciones de las capas A y B del tejido nervioso (de 0,45 a 0,50 milímetros la capa superficial, y de solo 6-8 micras o 0,006-0,008 mm, la capa granulosa) difieren de las proporciones representadas en las ilustraciones 1 y 2; para incluir las dos capas en un mismo dibujo, Ramón y Cajal debió alterarlas, consignando las medidas reales en el texto verbal.

King y Himmel (2017: 24 [mi traducción]), basándose en originales y borradores de Ramón y Cajal, describen las técnicas de dibujo que empleó el científico e intentan reconstruir su proceso de trabajo: el uso sucesivo de lapicero y tinta, la cera blanca correctora, las largas sesiones de observaciones a través del microscopio, los borradores del natural y de memoria y, finalmente, el dibujo de "composiciones completamente originales, reconstrucciones mentales de una realidad compleja vista en partes discretas". Estas técnicas de dibujo, como hemos visto, están reguladas por los requerimientos de la investigación y la comunicación científicas.

Ahora bien, el proceso de construcción del percepto era paralelo a la realización del propio dibujo: ambos procesos son correlativos y se influyen mutuamente. Este par de procesos complementarios es seguido por Golgi (ilustración 6) y por Ramón y Cajal (ilustraciones 1 y 2), aunque con resultados muy diferentes. En otras palabras, el dibujo histológico no era el resultado mimético de la observación de una muestra, sino que era una síntesis que resultaba de combinar la representación mimética de distintas muestras con los requerimientos de la investigación y la comunicación científicas. Este proceso dejaba al criterio del histólogo un cierto margen de decisión, pero los límites de su autonomía venían impuestos por todos los factores metodológicos y científicos que hemos señalado a lo largo de este análisis: entre otros, la selección del objeto de estudio, la tinción y su distinción figura-fondo, la agrupación categorial, la necesidad de ofrecer un muestrario representativo o inventario de células nerviosas, la necesidad de aportar pruebas frente a la hipótesis reticular y, muy especialmente, la fidelidad a la conceptualización de los hechos observados. La propia realización del dibujo contribuía

decisivamente en la construcción del percepto y, por lo tanto, era al mismo tiempo efecto y causa de él.

5. CONCLUSIONES

El análisis sociosemiótico de los dos dibujos histológicos nos lleva a rechazar la hipótesis directriz de esta investigación, que coincidía con nuestra primera intuición de legos en la histología del sistema nervioso. Los dos dibujos no son representaciones naturalistas, sino imágenes compuestas y sintéticas, que combinan la representación mimética de distintas muestras y someten todo el proceso al método científico y la metodología.

Todos los dibujos histológicos de Ramón y Cajal estaban acompañados de texto verbal, fuera escrito, en un artículo científico, u oral, en el curso de un congreso. Una comunicación científica basada tan solo en los dos dibujos habría resultaría fallida, completa o parcialmente, pues el texto explicita los saberes contextuales necesarios para su comprensión y la metodología seguida por el científico. En contrapartida, los dibujos cumplieron dos funciones comunicativas trascendentes: servir de reclamo estético, ofreciendo una introducción visual a la comunicación científica, y aportar una representación sintética de las observaciones empíricas de Ramón y Cajal a través del microscopio. Incluso hoy, cuando estos dibujos pueden ser motivo de ediciones artísticas o de exposiciones, ya forman parte inevitablemente de unos saberes que son compartidos no solo por los especialistas, sino por muchas otras personas interesadas por el conocimiento científico. Es decir, son parte de una semiosfera científica internacional.

La problemática que dominaba la histología del sistema nervioso a finales del siglo XIX hizo necesaria una gramática visual específica y diferente. Pese a que en sus escritos Ramón y Cajal subraya que las formas geométricas y regulares son, junto con la mímesis, un fundamento de la estética, en la práctica científica supo hallar un camino nuevo. El análisis semiótico nos ha permitido observar que Ramón y Cajal basó la estética de sus dos dibujos en la disonancia visual. La finalidad de las dos imágenes es facilitar en la mente del observador la construcción de un percepto dinámico que represente la estructura de los centros nerviosos, ofrezca un inventario de sus células, sugiera su desconexión y estimule la atención al detalle. Identificamos esta disonancia visual como el modelo mental esquemático que, junto con el modelo de retícula, compone el Valor social estético X (Ramírez, 2022: 322-327). Asimismo, Ramírez (2022: 453-456, 465-468), en su análisis de los sistemas de valoración lingüística, también subraya que este valor social estético está subordinado a un valor social complejo epistémico, el Método científico, que es prevalente en este discurso de Ramón y Cajal. Esto coincide con las observaciones expuestas en este análisis sociosemiótico.

¿Son arte los dibujos histológicos de Ramón y Cajal?, nos preguntábamos. Sí, arte en el sentido amplio, como artificios de significación y productos semióticos bellos, dotados

de una gramática visual y con un efecto estético; pero una estética puesta al servicio de la construcción de un percepto científicamente válido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIHUEGA SIERRA, J., ed. (2015). *Fisiología de los sueños. Cajal, Tanguy, Lorca, Dalí*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

DEFELIPE, J. (2006). "Cajal y sus dibujos: ciencia y arte". *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular* (Madrid: SBBM) 148, 213-230. Disponible en línea: *http://hdl.handle.net/10261/12879* [17/07/2022].

DEFELIPE, J.; MARKRAM, H. Y WAGENSBERG, J., coords. (2007). *Paisajes neuronales. Homenaje a Santiago Ramón y Cajal.* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

ECO, U. (1977). *Tratado de semiótica general.* Barcelona: Lumen.

GUBERN, R. (1994). *La mirada opulenta. Exploración de la iconosfera contemporánea*. Barcelona: Gustavo Gili.

HALLIDAY, M. A. K. (1994). *Functional Grammar*. London: Arnold.

HERNÁNDEZ LATAS, J. A. (2000). *Viajes fotográficos de Santiago Ramón y Cajal*, 3 vols. Zaragoza: Cortes de Aragón.

KING, L. & HIMMEL, E. (2017). "Drawing the Beautiful Brain". En *The Beautiful Brain. The Drawings of Santiago Ramón y Cajal*, E. A. Newman, A. Araque & J. M. Dubinsky (eds.), 21-31. New York: Abrams.

KRESS, G. & LEEUWEN, T. V. (2006). *Reading Images. The Grammar of Visual Design.* London: Routledge.

LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (2003). *Metaphors We Live By*. Chicago / London: The University of Chicago Press.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1988). *Ramón y Cajal*. Barcelona: Salvat.

LOTMAN, Y. (2005 [1984]). "On the Semiosphere". *Sign Systems Studies* 33.1, 205-229.

MARTIN, J. R. & WHITE, P. R. R. (2008). *The Language of Evaluation. Appraisal in English*. New York: Palgrave Macmillan.

RAMÍREZ DEL POZO MARTÍN, J. M. (2022). *Los sistemas de valoración lingüística en la obra de Santiago Ramón y Cajal. Un estudio del diálogo y los valores sociales en torno a la ciencia.* Ciempozuelos: ACVF / La Vieja Factoría.

RAMÓN Y CAJAL, S. (1888). "Estructura de los centros nerviosos de las aves". *Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica* 1.1, 1-30.

____ (1944 [1934]). *El mundo visto a los ochenta años. Impresiones de un arteriosclerótico.* Madrid: Espasa-Calpe.

____ (2017 [1923]). *Recuerdos de mi vida. Tomo I*: *Mi infancia y juventud. Tomo II*: *Historia de mi labor científica.* Madrid: UAM Ediciones [edición facsímil].

RAMÓN Y CAJAL, M.ª Á. (2007). "Cajal, artista". En *Paisajes neuronales. Homenaje a Santiago Ramón y Cajal*, J. DeFelipe, H. Markram y J. Wagensberg (coords.), 29-40. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

SÁNCHEZ RON, J. M. (2007). *El poder de la ciencia*. Barcelona: Crítica.

SANCHO CREMADES, P. (2005). *El lenguaje visual*. Madrid: Liceus.

SHERRINGTON, CH. (1958). "Recuerdos del doctor Cajal". En *Vida de Santiago Ramón y Cajal. Explorador del cerebro humano*, D. Cannon, 13-18. México D.F.: Biografías Gandesa.

SOLSO, R. (1996). *Cognition and the Visual Arts*. Massachusetts: MIT Press.

VESALIUS, A. (1973). *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*, J. B. de C. M. Saunders & Ch. D. O'Malley (eds.). New York: Dover.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND).

El firmante del artículo se responsabiliza de las licencias de uso de las imágenes incluidas.

Fecha de recepción: 22/021/2022
Fecha de aceptación: 23/09/2022