

Redes neuronales y consciencia

(Ramón y Cajal un siglo después)

José Angel García Landa

[Vanity Fea 11/04/2012](#)

Salía en *El País* (11/4/2012) [esta noticia procedente de Science: "El cerebro: elegantemente simple"](#) —un nuevo sistema de resonancia magnética permite trazar las conexiones neuronales. Según los investigadores (Van J. Wedeen et al.), la estructura cerebral es más regular y ordenada de lo que se pensaba, y está constituida por una red de fibras paralelas y perpendiculares que se entrecruzan entre sí según un patrón geométrico, una cuadrícula por así decirlo.

La verdad es que puesto así de general, ni en esto ni en sus observaciones sobre la similaridad estructural de las redes en los cerebros humanos y animales hay nada que contradiga las investigaciones de Ramón y Cajal hace cien años. Si acaso, es de sospechar que las conexiones son como decía él, bastante más complejas de lo que ahora se dice (quizá por voluntad rompedora o por simplificación matemática del modelo). Me compré en su casa de Ayerbe los dos tomos en tres volúmenes de la *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, y es increíble el nivel de detalle que consiguió Ramón y Cajal en sus descripciones de conexiones y circuitos cerebrales sin esta tecnología, sólo mediante tinturas y exámenes microscópicos detallados. Aunque Ramón y Cajal presenta muchas de sus tesis como provisionales, a la espera de confirmación experimental, y dependientes de una teoría sobre el funcionamiento del sistema nervioso que sólo parcialmente podía confirmar de modo experimental, por no tener aún el instrumental adecuado para estudiar la actividad en vivo de las neuronas.

Pero veamos qué observaciones tan interesantes hace en su volumen 2.2, capítulo "Teorías anatómicas del cerebro", sobre la relación entre las redes

neuronales y los fenómenos de la consciencia humana. Se verá que Ramón y Cajal propugna una teoría "descentrada" o podríamos decir "en red" de la consciencia, que supone una concepción del sujeto consciente como un fenómeno emergente de una estructura compleja, y no reducible a uno de sus elementos:

"Pero, además de estas vías perceptivo-conmemorativas [las postuladas por Flechsig y Tanzi], las leyes de la asociación psicológica nos obligan a admitir la existencia de fibras de unión entre los diversos centros conmemorativos. Estas fibras deben ser de dos categorías: *a) conductores interconmemorativos secundarios*, destinados a la asociación de las ideas ó representaciones combinadas; *b) conductores inter-mnemónicos primario-secundarios*, que sirven para enlazar las esferas conmemorativas primarias con las ideales ó secundarias. Ambos sistemas asociativos contendrían tubos homolaterales y contralaterales.

"Las hipótesis precedentes, que parecen implicar la ocupación total de la corteza por centros perceptivos ó conmemorativos de gerarquía diversa, sugieren esta importante cuestión. Además de dichas esferas, ¿no poseería también el cerebro humano centros intelectuales, esferas superiores donde se reflejaría la consciencia del *yo* y donde residirían la suprema facultad crítica y la actividad de la atención y asociación? Difícil es contestar á esta pregunta, y más difícil aún no caer en conjeturas arriesgadas, condenadas indefectiblemente á rectificación y abandono. Y, sin embargo, al meditar sobre tan profundo arcano, no somos dueños de reprimir este pensamiento. En nuestro sentir, pretender localizar la consciencia del *yo*, así como la actividad intelectual, la volición, etc., en órganos especiales, es perseguir una quimera. La operación intelectual no es el fruto de la actividad de un centro privilegiado, sino el resultado de la acción combinada de un gran número de esferas conmemorativas primarias y secundarias. Estimada en su faz puramente orgánica, la reacción intelectual consiste en la creación de una conexión dinámica entre dos imágenes poco o nada relacionadas; mientras que mirada por su faz subjetiva, se traduce por la creencia (formulada ó no por símbolos del lenguaje), de que el nexo dinámico establecido en el cerebro, corresponde positivamente á una relación de sucesión, de coexistencia ó de inherencia entre dos ó más fenómenos del mundo exterior. La atención, así como el sentimiento y la consciencia, representan procesos dinámicos colaterales, y en cierto modo accesorios, de la citada relación, puesto que tanto en los animales como en el hombre, se dan numerosas reacciones reflejas, perfectamente congruentes y dirigidas á un fin, y no acompañadas de tales epifenómenos."

(Obsérvese el interés para una teoría de la narración que tiene esta teoría de la "conexión dinámica entre dos imágenes poco o nada relacionadas", y también para una teoría de la integración conceptual al modo de Gilles

Fauconnier y Mark Turner—como la que comentábamos [en este post](#), ["Conectando con Heráclito el Oscuro"](#). Que la atención consciente sea un "epifenómeno" para Ramón y Cajal, desde el punto de vista neurológico, no quiere decir por supuesto que no tenga un papel importantísimo en la acción efectiva del organismo, o en los procesos de comunicación social entre organismos— Ver nuestro artículo ["Atención a la atención"](#). Sigue Ramón y Cajal:)

Con lo cual no pretendemos identificar el acto reflejo ni el instinto con el proceso intelectual. Aquellos representan reacciones constantes, generalmente inmediatas, cuyo cumplimiento no exige esfuerzos volitivos de acomodación; en tanto que los procesos intelectuales representan reacciones mediatas, casi específicas para cada persona, y acompañadas de la conciencia de un esfuerzo, de algo así como la sensación de una actividad motriz destinada á anudar y seriar cadenas de neuronas débilmente asociadas.

El carácter consciente ó inconsciente de la actividad cerebral acaso dependa, como quieren algunos, del mayor ó menor gasto de fuerza viva que requiere la circulación de la onda nerviosa a través de las series neuronales, según que las vías son amplias y trilladas, ó imperfectas y poco cursadas. (*Textura*, II, 1136-37).

Sobre esta conexión entre la atención y la frecuencia de uso de las vías neuronales ya hicimos algunos comentarios al hilo de lo que dice Ramón y Cajal, y John Locke, y Herbert Spencer, y otros, en un artículo sobre la asociación de ideas, ["Training the Train of Ideas"](#). A los teorizadores de la asociación de ideas allí mencionados, habría que sumar la teoría de Eugenio Tanzi que cita Ramón y Cajal:

Hipótesis de Tanzi sobre la hipertrofia por ejercicio de las vías nerviosas (1).
— "Una corriente nerviosa que pasa más frecuentemente a través de una articulación neuronal, provocará hipernutrición de las vías sobreexcitadas, y, á la manera de lo ocurrido en los músculos, sobrevendrá una hipertrofia que se traducirá por un aumento de longitud de las ramificaciones neurónicas, y en consecuencia, por una disminución de la distancia que separa las superficies de contacto. Representando estos espacios las resistencias que la corriente debe vencer, resultará que la conductibilidad del sistema nervioso estará en razón inversa de los intervalos interneurónicos. El ejercicio, tendiendo a disminuir estos intervalos, debe, pues, aumentar la capacidad funcional de las neuronas".

Esta teoría, que no se apoya en ningún factor hipotético, sino en la realidad de las conexiones neuronales, tiene la ventaja, según hace notar Soury, de hacernos ver, cómo los actos habituales, en fuerza de repetirse, se hacen fáciles y automáticos, y cómo lo que llamamos movimiento consciente y voluntario, en

contraposición del acto reflejo, pudiera depender, en su faz físico-química, de un estado de resistencia al paso de las ondas nerviosas. (*Textura*, II., 1149).

(1) *Tanzi*: I fatti e le induzione nell'odierna istologia del sistema nervoso. *Riv. sperim. di fren. e di med. leg.* Tomo XIX, 1893.

También son fascinantes las reflexiones de Ramón y Cajal sobre la división del trabajo en el cerebro—basadas en observaciones de pacientes con lesiones, afásicos, etc.,—que muestran cómo algunos fenómenos que para la consciencia son similares o unificados, en realidad dependen del trabajo conjunto de sistemas cerebrales distintos y localizados en diversos puntos:

"En fin, *a priori*, parece poco verosímil que la naturaleza, tan fiel cumplidora de la división del trabajo, abandone este principio en el órgano más diferenciado y perfecto, encomendando actividades tan diversas como la percepción y el recuerdo, á una misma pléyade neuronal" (II.1129).

Así sucede, por ejemplo con el lenguaje. Con lo cual el célebre "órgano del lenguaje" de Chomsky no sería un órgano tal desde el punto de vista de Ramón y Cajal, al menos no en el sentido histológico, pues el lenguaje almacena en circuitos diferentes los elementos motores, los recuerdos e ideas, la percepción.... de tal modo que se halla distribuido por muchos sistemas cerebrales. Un poco de lo que dice al respecto Ramón y Cajal, en relación a la naturaleza neurológica de los conceptos y de las palabras:

"*Centros conmemorativos primarios y secundarios.*—Los centros conmemorativos son probablemente de dos categorías: *focos primarios*, donde se depositan los residuos de la percepción de los objetos y donde tiene lugar el reconocimiento de las nuevas imágenes, y verosímelmente también las operaciones intelectuales y volitivas más sencillas (identificación, diferenciación, deseo, etc.) y *focos secundarios*, donde se depositan los residuos de residuos, ó sean las imágenes combinadas, que ya no son copia meramente simplificada de un objeto exterior, sino síntesis de elementos pertenecientes á diversas imágenes conmemorativas primarias. Estas nuevas representaciones, correspondientes á las ideas de los filósofos, han perdido casi enteramente su carácter proyectivo y espacial, presentándosenos, por esto mismo, como desasidas de la realidad exterior y como si fueran el producto puro de la actividad del yo. Dentro de tales centros, ó acaso en otros de carácter aún más elevado (centros conmemorativos terciarios?) se depositaría también el fruto de la imaginación constructiva científica y las creaciones de la fantasía literaria, es decir, todas esas formaciones ideales complejas y sistemáticas edificadas á impulso de la reflexión, del estudio y de la

experiencia (fig. 861, Co2)." (*Textura*, II.1129-30).

En el gráfico que acompaña, propone Ramón y Cajal la localización de estos sistemas secundarios elaborados en parte externa de la corteza cerebral, es decir, en los tejidos cerebrales más recientemente evolucionados y más desarrollados en el ser humano por comparación a otros animales. Parece plausible que no sólo las construcciones mentales más derivadas y complejas, sino también las formas de atención más elaboradas, conducentes al manejo consciente de estas áreas y dirección de esfuerzos entre ellas, son características del ser humano y no tienen en los animales sino equivalentes rudimentarios.

Y veamos por último la versión de Ramón y Cajal de "dos tipos de afasia" y sus corolarios para una teoría neurolingüística:

"Dejerine menciona casos de afasia en los cuales los centros del lenguaje (focos conmemorativos de primer orden) han sido destruídos sin que por ello hayan sido abolidas las ideas. Obligado el enfermo á pensar, piensa, no con imágenes de palabras, sino con ideas complejas, diferentemente de lo que sucede con los afásicos por lesión de conductores sub-corticales ó asociativos, que piensan con los símbolos del lenguaje. Esto prueba que las ideas residen en lugares cerebrales diferentes que los centros conmemorativos simples verbales". (II.1130)

Podemos recordar a este respecto que Einstein, poseedor de un cerebro probablemente mutante que no logró adquirir el lenguaje sino con mucho retraso, insistió en que se estudiase este cerebro suyo, y solía describir su pensamiento como pensamiento en imágenes, sin palabras, diferente, en lo que a él se le alcanzaba, de la manera en que suelen pensar las personas. Es llamativo que no por ello estuviera Einstein, en absoluto, fuera del universo lingüístico humano, y esto quizá ayuda a dar una idea de lo descentrado e interconectado que es el proceso cerebral que liga ideación, comprensión lingüística, memoria, articulación, y atención consciente.

PS: Estos mismos días está saliendo más información sobre cómo las neuronas responden a la activación repetida, extendiendo dendritas: evidencia visual sobre cómo la práctica cambia el cableado del cerebro. Ver [este blog de Scientific American](#) sobre una investigación del equipo de Yi Zuo, de la Universidad de California.

Referencias:

Fauconnier, Gilles, y Mark Turner. "Conceptual Integration Networks." Versión ampliada, 10 feb. 2001. SSRN 3 nov. 2008.

<http://ssrn.com/abstract=1292966>

2015

Ferrús, Alberto. "Santiago Ramón y Cajal. Entonces y ahora." Conferencia en *Fundación Juan March* 27 marzo 2007. (Audio).

<https://www.march.es/es/madrid/conferencia/espanoles-eminentes-santiago-ramon-cajal-entonces-ahora>

<http://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?id=1549>

2012

García Landa, José Angel. "Interacción internalizada: el desarrollo especular del lenguaje y el orden simbólico." *Zaguán* 17 abril 2009.

<http://zaguan.unizar.es/record/3239>

2009

_____. "Atención a la atención." *Ibercampus (Vanity Fea)* 19 mayo 2010.

<http://www.ibercampus.es/articulos.asp?idarticulo=14492>

2013

_____. "Conectando con Heráclito el Oscuro." *Vanity Fea* 2 dic. 2011. (Asociaciones de ideas; Conexiones; Mark Turner; Samuel Johnson; Baltasar Gracián).

<http://vanityfea.blogspot.com/2011/12/conectando-con-heraclito.html>

2011

_____. "Training the Train of Ideas." *Vanity Fea* 27 sept. 2011.

<http://vanityfea.blogspot.com/2011/09/training-train-of-ideas.html>

2011

_____. "Redes neuronales y consciencia." In García Landa, *Vanity Fea* 11 abril 2012. (Versión preliminar del presente artículo).

<http://vanityfea.blogspot.com.es/2012/04/redes-neuronales-y-consciencia.html>

2012

Hauser, M., N. Chomsky, y T. Fitch. "The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve?" *Science* 298.5598 (dic. 2002): 1569-79. En red en *ResearchGate* (Mark D. Hauser).

<https://www.researchgate.net/publication/11022070>

2017

Jabr, Ferris. "Spine Tuning: Finding Physical Evidence of How Practice Rewires the Brain." *Scientific American (Observations)* 16 abril 2012.

<https://blogs.scientificamerican.com/observations/spine-tuning-finding-physical-evidence-of-how-practice-rewires-the-brain/>

2012

Jakobson, Roman. "Two Aspects of Language and Two Types of Aphasic Disturbances." En Jakobson y Morris Halle, *Fundamentals of Language*. La Haya: Mouton, 1956. 4ª ed. 1980. 69-96.

Ramón y Cajal, Santiago. *Textura del sistema nervioso del Hombre y de los Vertebrados: Estudios sobre el plan estructural y composición histológica de los centros nerviosos adicionados de consideraciones fisiológicas fundadas en los nuevos descubrimientos*. 2 vols. en 3. Madrid: Imprenta y Librería de Nicolás Moya, 1899 (vol. 1), 1904 (vol 2, primera y segunda parte).

_____. *Textura del sistema nervioso del Hombre y de los Vertebrados...* Edición facsímil de 1899-1904. Zaragoza: Gobierno de Aragón, Departamento de Cultura y Turismo, 2002.

Rivera, Alicia. "El cerebro, elegantemente simple." *El País (Sociedad)* 10 April 2012.

https://elpais.com/sociedad/2012/04/10/actualidad/1334086304_663569.html

2022

Wedeen, Van J., et al. "The Geometric Structure of the Brain Fiber Pathways." *Science* 335.6076 (30 marzo 2012): 1628-34.

DOI: 10.1126/science.12152

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1215280>

2022

—oOo—