

# Desde la neurona a la «memoria de trabajo». Análisis histórico de las concepciones neurocientíficas sobre la conciencia

*Juan Antonio Mora Mérida*

*Beatriz Porras Florido*

Universidad de Málaga

---

## Resumen

Ramón y Cajal (1852-1934) tiene un enfoque primordialmente neuroanatómico y fisiológico, pero sus hallazgos tienen que ver directamente con la psicología. Compartimos la afirmación, «pero hay que decir que en numerosas ocasiones dejó volar su pensamiento, tratando de encontrar significación psicológica a sus propios hallazgos de neuroanatomía (...) la relación mente-cerebro se halla en el fondo de su obra» (Carpintero, 1994, p. 153).

Aparece citado en el ámbito de la *neurona* y también de la conciencia, desde una perspectiva neurocientífica (Rosenzweig & Leiman, 1992, pp. 43-44). Cajal es reconocido como el demostrador experimental del *cono de crecimiento* de las neuronas y de los movimientos *ameboides* que realizan éstas durante este proceso (Kolb y Wishaw, 1986, p. 580).

Está presente en Luria (1973), en el marco de la memoria, cuyo culmen es el estudio de la conciencia.

Otros le hacen responsable del enfoque *del desarrollo (ontogenético)* –Kolb y Wishaw–, (1986, p. 7), e igualmente de la inversión de las imágenes en la percepción (*ibidem*, p. 25), dado que, cruzando la trayectoria de dos imágenes en sentido inverso, se consigue una sola imagen continua a partir de ambas.

Resaltamos la opinión de que «después de todo, Ramón y Cajal no llevó a cabo la acumulación de un gran número de datos sobre la estructura del sistema nervioso porque sí, sino con el objetivo específico de confirmar la doctrina neuronal, es decir, la que suponía que el sistema nervioso no estaba formado por una extensión continua, sino por elementos discontinuos, las neuronas, que estaban conectados unos con otros» (Zeki, 1995, p. 148).

Compartimos la valoración de que «Cajal no es un psicólogo, sino un investigador que se asoma a la realidad psíquica desde la realidad somática; es un científico que ha adivinado las dificultades que en la perspectiva soma-psique tiene planteadas la psicología» (Ibars, 1996, p. 213).

*Palabras clave:* Ramón y Cajal, neurona, memoria de trabajo, conciencia.

## Abstract

Ramón y Cajal approach's (1852-1934) is primary anatomic and physiological, nevertheless several of this research was referred directly to Psychology. We share the position: «sometimes allow free his thinking, looking psychological explanation to his neuroanatomical findings. In certain case, the problem of connection body-mind underlie in his writings» (Carpintero, 1994, p. 153). Ramón y Cajal appear frequently cited not only at level of *neuron*, and different connection as *synapsis*, but also used by Psychologists who abroad the question of Consciousness (Rosenzweig & Leiman, 1992, pp. 43-44). Equally Cajal was recognized by conception of *cone of development*, referred to neurons, and *ameboides movements*, during this development process (Kolb & Wishaw, 1986, p. 580).

We detect the presence of Cajal in Luria (1973), in the frame of Memory, and whose highest point is the study of Consciousness.

Others treatises taken Cajal as responsible of *ontogenetic developmental conception*, as Kolb & Wishaw (1986, p. 7), and equally of images inversion during perception (*ibidem*, p. 25), because Cajal's hypothesis, crossing the path of two images, opposite address, we obtain one image, coming from two previous.

We highlight the position «afterwards, Ramón y Cajal not accumulate an important number of data on structure of nervous system fanciful, but with the specific objective of neural doctrine confirmation, supposing that nervous system not was continuous extensive, neither by discontinuous elements, the neurons, connected together» (Zeki, 1995, p. 148).

According these positions, we share the opinion, «Cajal there is not a psychologist, but is a researcher who come out to psychical reality from somatic reality; he guess the difficulties from soma-psyche perspective appears to scientific Psychology» (Ibars, 1996, p. 213).

*Keywords:* Ramón y Cajal, neuron, working memory, consciousness.

## 1. NEUROCIENCIAS Y CONCIENCIA

El tema de la conciencia estaba ampliamente presente en la primera psicología y de hecho, inicialmente, la psicología fue definida como «la ciencia de la conciencia y de la experiencia inmediata» (Wundt, 1874). Igualmente, entre los pioneros de la ciencia psicológica, la definición más frecuentemente expresada fue la de *ciencia de la conciencia*, aunque no fueran coincidentes sus concepciones sobre la misma, como sucedió, por ejemplo, en las disputas sostenidas al respecto en James (1890) y Titchener (1910). El estudio de la conciencia en los últimos años se ha caracterizado por una importante producción de trabajos dentro del ámbito de las neurociencias. La cada vez más avanzada tecnología exploratoria ha ido permitiendo la recuperación de uno de los temas que mayor interés han despertado a lo largo y ancho de toda la historia del hombre y de la propia psicología, como es el hecho de conocer que somos una realidad consciente, el *saber que sabemos*, por usar la clásica expresión de Aristóteles (c.

340 a. C.). Nos encontramos en la actualidad como si se hubiera abierto la *ventana de la mente*, para poder apreciar con detalle sus funciones más complejas.

El tema de la conciencia está presente en gran número de ciencias en la actualidad. En la revisión de J. Moya (1999, p. 205), por ejemplo, se localiza un mayor volumen de publicaciones sobre el tema de la conciencia en las siguientes áreas: «en primer lugar, Psicología (42,35 %); seguida de Filosofía (9,85 %); Psiquiatría (7,71 %); Neurología (3,20 %); Educación (2,97 %); Psicología experimental (2,61 %); Sociología (2,49 %); Clínica (1,54 %); Matemáticas (1,19 %) y Fisiología (1,07 %)».

Obviamente, el avance tecnológico ha influido de manera importante en la recuperación de este viejo tema eminentemente filosófico y psicológico, pero se replantea en la actualidad con nuevos matices, como podemos apreciar, por ejemplo, en los trabajos de Posner y Raichle (1994) y Grafman, Partiot y Holnagel (1995). Dichos autores abordan el estudio de los procesos cerebrales, atendiendo a los procesos mentales, y lo hacen basándose en estudios de *neuroimagen* cerebral. A través de dichos estudios, se llegaba a situar la conciencia como *la capacidad unitaria de sí mismo*, en la región de los lóbulos frontales, confirmando el viejo modelo de Luria (1973) de las tres unidades funcionales del cerebro. Los estudios muestran, a través de las técnicas PET, imágenes del cerebro con una mayor activación en dicha estructura mientras el sujeto realiza tareas que implican la actuación de procesos complejos, como pueden ser el lenguaje y la planificación.

Con respecto a este tema contamos también con estudios que atribuyen a la conciencia y al lenguaje la participación de similares y/o idénticos sistemas cerebrales. Por ejemplo, Rolls (1995), quien se plantea el tema de la conciencia en torno a un tipo de *control de la conducta*, donde estarían implicadas áreas del lenguaje y partes de la corteza prefrontal. Se sostiene la existencia de una asociación entre el procesamiento lingüístico y la conciencia, estableciéndose una equivalencia entre la arbitraria manipulación simbólica, propia del lenguaje, y los procesos conscientes de la planificación.

Las neurociencias tratan de unificar o integrar de algún modo distintos planos de una misma realidad, y lo hacen desde diferentes posiciones. Según Gold y Stoljar (1999), dentro de la propia *doctrina neuronal*, el estudio de la mente se encuentra en una doble vertiente: por un lado, aquellos que consideran los procesos mentales únicamente como resultado de procesos cerebrales; y por otro lado, los que sostienen que la mente no puede ser explicada únicamente en términos biológicos, siendo necesaria la implicación de la psicología.

Para autores como Churchland y Churchland (1990), la neurociencia venía siendo la única respuesta adecuada al problema de la mente. Ni siquiera contemplarían dichos autores la posibilidad de una aproximación psicológica al problema de la conciencia; ésta sería eliminada y, por lo tanto, la psicología como ciencia no tendría sentido, una vez que quedara aclarado el funcionamiento de los procesos cerebrales. Sin embargo,

este reduccionismo radical ha sido matizado en sus últimas publicaciones (Martínez-Freire, 2005).

Sin embargo, con relación a la doctrina neural, en opinión de Gold y Stoljar (1999), habría que decir que una de las características de la misma es su gran ambigüedad, pues a pesar de que en ella se apuesta por la eliminación de los conceptos mentalistas, a favor de las neurociencias, ninguno de los conocimientos actuales sobre las bases biológicas del cerebro llega a desentrañar el misterio de la mente, ni mucho menos el de la realidad consciente.

Esto implica la continua e inmediata necesidad de atender a otras disciplinas como la psicología, la sociología, la lingüística, la filosofía, la etología, etc., que tratan de dar respuesta, igualmente, a estas cuestiones. Así pues, dependiendo de la concepción de la neurociencia en la cual se inscriba el científico, la doctrina adquiere matices distintos, llegando a señalar, por un lado, una concepción basada en la *neurociencia biológica* y, por otro lado, una postura más cercana a las ciencias psicológicas, como sería la posición que podemos denominar *neurociencia cognitiva*.

La *neurociencia biológica* tendría su objeto de estudio en la investigación de la estructura y funcionamiento de la neurona individual, de las conexiones neuronales y de la estructura neuronal. Por el contrario, la *neurociencia cognitiva* se constituiría como una síntesis de la biología y de la psicología en su tarea de explicar los fenómenos mentales.

Superamos así, en la ciencia contemporánea, viejos prejuicios planteados con relación a la mente y/o a la conciencia. Ésta fue la posición sostenida por algunos filósofos de la ciencia como Thomas Nagel (1974), quien consideraba el tema de la conciencia como un misterio insoluble pues, al entender la mente como una realidad subjetiva, recalca su naturaleza distintiva de los hechos objetivos y, por lo tanto, sostendría la imposibilidad del estudio científico de la conciencia.

La propia naturaleza de los procesos internos, en especial *los qualias*, no permitiría el estudio objetivo, pues se trataría de experiencias subjetivas que escaparían a nuestros métodos y, concretamente, a nuestra capacidad intelectual. Uno de sus argumentos en torno a esta idea vendría reflejado en su obra *What is like to be a bat?* (1974), a través de la cual expone la dificultad de poder entender el mundo como lo haría un murciélago. Por lo tanto, él habla de dos puntos de vista, por un lado estaría el neurofisiológico, que correspondería a la realidad objetiva y, por otro lado, los *qualias*, referidos a la experiencia subjetiva.

Para Nagel (1974), la cuestión central es que, aunque pudiéramos estudiar el entramado complejo del cerebro de un murciélago, y hubiésemos alcanzado todo el conocimiento neurofisiológico sobre la naturaleza de éste, nunca llegaríamos a experimentar el mundo como lo hace un murciélago. En relación con esta idea, dicho autor declaraba:

El sonar del murciélago, aunque es claramente una forma de percepción, no se asemeja en su forma de operar a ninguno de nuestros sentidos, y no hay ninguna razón para suponer que se parezca subjetivamente a nada de lo que experimentamos o imaginamos (Nagel, 1974, p. 438).

Para quienes comparten sus precisiones, aunque algunos autores hayan reivindicado la necesidad del estudio objetivo de la mente, la complejidad de este tema vendría a dividir las posturas a la hora de llevar a cabo dicha empresa. Como hemos visto anteriormente, mientras unos mantendrían la posición de considerar la mente como una realidad imposible de ser explicada a través de nuestro conocimiento humano, otros se afanarían por sostener que el problema de la mente acabaría desapareciendo una vez que llegásemos a descubrir el funcionamiento del intrincado complejo cerebral.

Así pues, las neurociencias, que echarían a andar de la mano, entre otros, de Santiago Ramón y Cajal, tienen hoy en día un gran reto, ya que las cuestiones planteadas en el pasado con respecto al *misterio* de la relación *alma-cuerpo* aparecen ya en la actualidad como el *problema* de la relación *cerebro-mente*. Todo ello vendría a justificar el estudio objetivo de uno de los temas de mayor relevancia para la psicología, como es el tema de la *conciencia*, entendida en su acepción más alta como *autoconciencia* (Martínez-Freire, 2001).

## 2. EL COLEGIO DE LOS NEUROCIENTÍFICOS EN EL TEMA DE LA CONCIENCIA (1990-2000)

A través del análisis bibliométrico realizado sobre la base de datos del SSCI, entre los años 1990 y 2000 (Porrás, 2004; Mora y Porrás, 2004, 2005), pudimos comprobar el interés creciente sobre el estudio científico de la conciencia, marcado por un profundo debate filosófico y por la ausencia de un marco teórico claro. Frente a esto, habría que insistir nuevamente que han sido las nuevas tecnologías de exploración del cerebro las que han ido suavizando posturas radicales, retomándose *viejos conceptos mentalistas* que tradicionalmente eran obviados por la propia ciencia.

De entre los cinco *colegios invisibles* que señalábamos en estos trabajos anteriores (neuropsicología cognitiva de Baars; cognitivo-conductual de Natsoulas; cognitivo-filosófico-intencional de Searle y Dennett; psicológico-fisiológico-conductual de Velmans; los diversos tipos de neurocientíficos), uno de los más activos es indudablemente el que denominábamos de los *Neurocientíficos*, siendo las temáticas relativas a la *conciencia visual*, al *lenguaje* y a la *memoria* las que mayor número de referencias obtienen dentro de la propia literatura neurocientífica.

De igual modo, la presencia de filósofos, neurofisiólogos, psicólogos y lingüistas en revistas de corte típicamente neurocientífico, tales como *Behavioral and Brain Sciences* y *Consciousness and Cognition*, nos evidencia al menos dos realidades: una, que el interés actual por el estudio científico de la conciencia es necesariamente interdisciplinar. Dos, que este interés interdisciplinar viene provocado por la imposibilidad reduccionista de poder interpretar los datos provenientes de las potentes máquinas exploratorias del cerebro con las que contamos en la actualidad.

Y precisamente uno de los eslabones imprescindibles, entre las figuras más destacadas sobre los estudios del cerebro y que sin duda aportó las bases fundamentales para la comprensión del propio sistema nervioso, fue el científico español Ramón y Cajal (1852-1934). Concretamente, a través de sus trabajos en torno a la propia neurona, las *synapsis*, sus interconexiones, sus movimientos ameboides, los conos de crecimiento, sus múltiples formas y conexiones, iniciaría la trepidante aventura de adentrarnos en una de las realidades más complejas para la ciencia, como son las relaciones mente-cerebro, o lo que es lo mismo, la comprensión de la realidad mental a través de la compleja interacción con el propio sistema cerebral (Ramón y Cajal, 1941).

### 3. EL MODELO «GLOBAL WORKSPACE» DE BAARS (1988), VISTO DESDE RAMÓN Y CAJAL

Un modelo explicativo de la conciencia al que posiblemente, caso de continuar vivo, se sentiría especialmente próximo Ramón y Cajal, sería el que anteriormente hemos denominado como *neuropsicológico-cognitivo* de B. J. Baars. Su propuesta la podemos denominar como la solución más cognitiva al problema de la conciencia, ya que su concepción del *espacio global de trabajo*, tal como nos lo describe en *A Cognitive Theory of Consciousness* (1988), convierte la experiencia consciente en el centro de la explicación de este proceso psicológico. La conciencia es «(...) una destreza para el acceso, la diseminación e intercambio de información y para el ejercicio global de coordinación y control» (Baars, 1997, p. 299).

Si en algún momento precisamos llevar a cabo una tarea compleja, o bien novedosa, sería necesario contar con ese espacio de trabajo global, el cual tendría una capacidad limitada. Dicho espacio de trabajo global coordinaría la interacción de los múltiples procesos y subprocesos especialistas, dando lugar a un mensaje global que sería transmitido al sistema total. Y todo ello sería posible gracias a la colaboración de dichos *inputs*, a los que Baars suscribiría la propiedad de ser inconscientes.



Sin embargo, a partir de las nuevas aportaciones de la neurofisiología, Baars (2002) ampliaría su modelo, considerando la conciencia como la entrada de los diferentes procesos inconscientes (que actúan de manera independiente) y cuyos contenidos son confrontados en un espacio limitado con los diversos contenidos conscientes. Y es en este contexto de la *memoria de trabajo* donde la *metáfora del teatro* adquiere su plenitud como elemento explicativo del funcionamiento de la conciencia (Mora y Porras, 2005).

Con respecto a estas nuevas aportaciones, lo que plantea Baars es la existencia de un doble flujo, es decir, se podría hablar de un equivalente neural, del *global Workspace*, a partir del cual se fuesen ampliando progresivamente los ciclos de *input* y de recibir antes de que la información se hiciese consciente. Todo esto supondría, al mismo tiempo, la existencia de diversos conjuntos de espacios de trabajo con el fin de poder organizar y coordinar el cada vez mayor número de interacciones. Como han afirmado Edelman y Tononi (2002, p. 91),

la memoria de trabajo se utiliza para traer a la conciencia o mantener en la conciencia (o al menos en un lugar rápidamente accesible a la conciencia) una referencia a un objeto del pensamiento, ya se trate de una referencia espacial, un número de teléfono o una buena idea.

Todo esto nos lleva a plantear una reflexión en cuanto a que la neurofisiología y la psicología cognitiva parecen constituirse en la actualidad como los referentes más importantes en el estudio de la conciencia, ya que establecen puntos de vista coincidentes en cuanto a los procesos que afectan al propio funcionamiento del cerebro y, al mismo tiempo, descriptivos de cómo funciona la mente.

De hecho, por ejemplo, estudios de neurofisiología realizados por Dehaene y Naccache (2001) plantean nuevas evidencias empíricas con relación a la teoría cognitiva de Baars, en cuanto a la existencia a escala neuronal de un *Workspace*. Es decir, se establecen las bases neuronales de lo que reconocemos como experiencia consciente, estudiando *las palabras visuales conscientes*, como un buen indicador de dicha experiencia consciente.

Así pues, las neurociencias, completadas con un adecuado enfoque psicológico-cognitivo, apuestan hoy más que nunca por un sólido marco teórico que les permita seguir abordando de manera científica el estudio de la mente. De hecho, las funciones superiores del cerebro, cuyas bases neurológicas, en parte, aún están por descifrar, encontrarían en dichas propuestas cognitivas modos diferentes de entender el funcionamiento del propio sistema nervioso, siendo la psicología cognitiva una disciplina fundamental en dicha tarea.

#### 4. CONCLUSIONES

Compartimos la afirmación de que

Cajal pretende que esta ciencia enlace los procesos de conciencia subordinándolos –en su expresión– a la base material. Hay aquí, tanto una admisión de que lo psicológico es básicamente lo consciente, como la idea de una concepción explicativa causal donde la base material predomina y lo consciente se subordina a ella (Carpintero, 1994, p. 156).

Santiago Ramón y Cajal no se quedó en una descripción exclusivamente neuroanatómica y fisiológica, sino que a través de mecanismos, cada vez más complejos (synapsis, conos de crecimiento, amiboidismo nervioso, doctrina neural general, etc.), apuntaba en la dirección de una interacción compleja de las unidades inferiores en las superiores que componen el sistema nervioso.

Con nuevos marcos referenciales, éste es el mismo proceso que se ejecuta en la actualidad en alguna de las posiciones neurocientíficas descritas (espacio global de trabajo de B. J. Baars), donde se evidencia la incompletud de los sistemas exclusivamente fisiológicos para interpretar adecuadamente procesos psicológicos complejos como es el tema de la conciencia.

#### *Referencias bibliográficas*

- ARISTÓTELES (c. 340 a. C./1982): «Del Alma», en Aristóteles, *Obras*. Madrid, Aguilar.
- BAARS, B. (1988): *A Cognitive Theory of Consciousness*. Cambridge, MA, Cambridge University Press.
- (1997): «In the Theatre of Consciousness. Global Workspace Theory, a Rigorous Scientific Theory of Consciousness», *Journal of Consciousness Studies*, 4(4), pp. 292-309.
- (2002): «The conscious access hypothesis: origins and recent evidence», *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), pp. 47-52.
- (2003): «Treating Consciousness as a Variable: The Fading Taboo», en B. J. Baars, W. P. Banks y J. B. Newman (eds.), *Essential Sources in the Scientific Study of Consciousness*. Cambridge, MA, MIT Press.
- BAARS, B. y S. FRANKLIN (2003): «How conscious experience and working memory interact», *Trends in Cognitive Sciences*, 7(4), pp. 166-172.
- BAARS, B. J., W. P. BANKS Y J. B. NEWMAN (2003): *Essential Sources in the Scientific Study of Consciousness*. Cambridge, MA, MIT Press.
- CARPINTERO, H. (1994): *Historia de la Psicología en España*. Madrid, Eudema.



- CHURCHLAND, P. y P. CHURCHLAND (1990): «¿Podría pensar una máquina?», *Investigación y Ciencia*, enero 1992, 162, pp. 18-24.
- DEHAENE, S y L. NACCACHE (2001): «Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework», *Cognition*, 79, pp. 1-37.
- DEHAENE, S. *et al.* (2001): «Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming», *Nat. Neurosci*, 4, pp. 752-758.
- EDELMAN, G. y G. TONONI (2002): *El universo de la conciencia. Como la materia de convierte en imaginación*. Barcelona, Crítica.
- GOLD, I. y D. STOLJAR (1999): «A neuron doctrine in the philosophy of neuroscience». *Behavioral and Brain Sciences*, 22, pp. 809-869.
- GRAFMAN, J., A. PARTIOT y HOLLNAGEL (1995): «Fables of the prefrontal cortex». *Behavioral and Brain Science*, 18(2), pp. 349-358.
- IBARS, V. (1988): *La Psicología en la obra de Santiago Ramón y Cajal*. Tesis Doctoral. Barcelona, Universidad de Barcelona (mimeo).
- (1996): «Santiago Ramón y Cajal», en M. Sáiz y D. Sáiz (eds.), *Personajes para una Historia de la Psicología en España*. Madrid, Pirámide.
- JAMES, W. (1890/1983): *Principles of Psychology*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- (1982/1890): «La corriente del pensamiento», en J. M. Gondra, *La psicología moderna*. Bilbao, DDB.
- KOLB, B. y J. Q. WISHAW (1990): *Fundamentals of Human Neuropsychology*. Nueva York, Freeman.
- LIBET, B. (2003): «Brain Stimulation in the Study of Neural Functions for Conscious Sensory Experiences», en B. J. Baars, W. P. Banks y J. B. Newman (eds.), *Essential Sources in the Scientific Study of Consciousness*. Cambridge, MA, MIT Press.
- LURIA, A. (1973): *The Working Brain*. Nueva York, Basic Books.
- MARTÍNEZ-FREIRE, P. (2001): «Aproximaciones científicas al problema de la conciencia», en J. A. Mora (ed.), *Neuropsicología Cognitiva: Algunos problemas actuales*. Archidona (MA), Aljibe.
- (ed.) (2005): «Cognición y Representación», *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía*, Málaga, Universidad de Málaga.
- MORA, J. A. y B. PORRAS (2004): «Colegios invisibles más importantes en el estudio de la Conciencia», *Revista de Historia de la Psicología* (en prensa).
- (2005): «La recuperación de la Conciencia como representación teatral: Análisis comparativo de las concepciones de la Conciencia en W. James y B. J. Baars», *Revista de Historia de la Psicología*, 26(2-3), pp. 122-131.
- MOYA, J. (1999): «La recuperación de la conciencia en la ciencia cognitiva. Un estudio a través de Psyinfo & Psyclit (1994-1998)», *Revista de Historia de la Psicología*, 20(3-4), pp. 197-209.

- NAGEL, T. (1974): «What is it like to be a bat?», *Philosophical Review*, 4, pp. 435-450.
- PENROSE, R. (1991): *La nueva mente del emperador*. Madrid, Mondadori.
- (1996): *Las sombras de la mente: hacia una comprensión científica de la conciencia*. Barcelona, Crítica.
- PORRAS, B. (2004): *Análisis histórico y conceptual del estudio de la conciencia en la psicología contemporánea*. Tesis Doctoral dirigida por el Dr. Juan Antonio Mora Mérida. SPICUM (ISBN: 84-688-7348-9) [cd-rom].
- POSNER, M. y M. RAICHLE (1994) : *Images of Mind*. Nueva York, Scientific American Library.
- RAMON Y CAJAL, S. (1970): *El mundo visto a los ochenta años*. Madrid, Espasa-Calpe (8.<sup>a</sup> ed.). (Orig. 1941).
- (1972): *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés*. Madrid, Reimpresión del CSIC. (Orig. 1909).
- (1981): *Recuerdos de mi vida: Historia de mi labor científica*. Madrid, Alianza.
- ROLLS, E. (1995): «A theory of Emotion and Consciousness, and Its Application to Understanding the Neural Basis of Emotion», en M. Gazzaniga (ed.), *The cognitive neurosciences*. Cambridge, MA, Bradford, MIT Press.
- ROSENZWEIG, M. R. y A. L. LEIMAN (1992): *Psicología Fisiológica*. Madrid, McGraw-Hill.
- TITCHENER, E. B. (1910): *A text-book of Psychology*. Nueva York, McMillan.
- TONONI, G. y G. EDELMAN (1998): «Consciousness and complexity», *Science*, 282, pp. 1846-1851.
- WUNDT, W. (1874): *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. Leipzig, Engelmann.
- ZEKI, S. (1993): *A vision of the brain*. Oxford, Blackwell. (Versión castellana (1995). *Una visión del cerebro*. Barcelona, Ariel).