

AIBR

REVISTA
DE ANTROPOLOGÍA
IBEROAMERICANA

¿Sabía que...

...**AIBR** es la única revista de antropología en español incluida en el *Social Sciences Citation Index* publicada por un organismo no estatal?

...**AIBR**, a diferencia de la mayoría de las revistas científicas con índice de impacto, no es propiedad de una editorial comercial? Cada euro que genera AIBR se utiliza íntegramente en el fomento de la Antropología, no en el pago de dividendos a inversores privados.

...**AIBR** tiene un índice de suscriptores superior al de la mayor parte de revistas de ciencias sociales?

...**podemos hacer muchísimo más si usted se asocia a AIBR?**

POR FAVOR, AYÚDENOS A IMPULSAR ESTE PROYECTO

Si usted o su institución se asocia a AIBR podremos llegar mucho más lejos, llevar adelante nuevas iniciativas y visibilizar más nuestra disciplina.

Por favor, considere formar parte activa de este proyecto a través de la siguiente web:

<http://asociarse.aibr.org>



AIBR
**Revista de Antropología
Iberoamericana**

www.aibr.org

VOLUMEN 9

NÚMERO 1

Enero - Abril 2014

Pp. 9 - 34

Madrid: Antropólogos
Iberoamericanos en Red.

ISSN: 1695-9752

E-ISSN: 1578-9705

El modelo neurobiológico de la conciencia.

Luis Álvarez Munárriz

University of Murcia

Recepción: 08.08.2013

Aceptación: 01.02.2014

DOI: 10.11156/aibr.090102

RESUMEN:

El modelo neurobiológico de la conciencia está implantado y arraigado en la ciencia actual. En esta contribución se pretende probar que posee unos débiles cimientos que deben ser reforzados. Para mostrarlo se reflexiona críticamente sobre tres de sus dimensiones que se pueden considerar esenciales: (i) la identificación de conciencia y cerebro; (ii) la negación del libre albedrío; y (iii) las escasas aplicaciones clínicas del modelo. Estas reflexiones nos indican la necesidad de construir un modelo más robusto. Se necesita un modelo predictivo cuyos resultados no solamente se puedan validar sino que además tengan aplicaciones prácticas que sirvan para mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas.

PALABRAS CLAVE:

Neurociencias, neurona, cerebro, información, mente, conciencia, libre albedrío, salud.

THE NEUROBIOLOGICAL MODEL OF CONSCIOUSNESS**ABSTRACT:**

The neurobiological model of consciousness is implanted and currently enrooted in modern science. This contribution tries to prove that this model has a weak foundation that has to be reinforced. In order to support this statement we critically reflect on three of its essential dimensions: (i) identifying brain with consciousness, (ii) the denial of free will and (iii) the limited clinical applications of the model. These reflections indicate the necessity to build a stronger model. It is required a predictive model in which the results may not just validate the model, but also configure the specific applications to improve the health and quality of people's life.

KEY WORDS:

Neurosciences, neuron, brain, information, mind, consciousness, free will, health.

Introducción

La pregunta «quiénes somos nosotros los humanos» ha sido y sigue siendo un tema recurrente en la historia del saber. Para responderla en el saber oficial ya no se aceptan las propuestas que provienen de la Antropología que siempre ha tenido este tema como objeto específico de investigación. Se rechazan sus propuestas porque, a pesar de sus renovados esfuerzos por explicar la naturaleza humana y de colocar sus investigaciones en las coordenadas de la cosmovisión evolucionista, se considera que sus aportaciones no suponen progreso alguno. La respuesta a la pregunta de quién es ese ser que actualmente clasificamos como *Homo sapiens* proviene de la Neurobiología. En este saber se considera un hecho cierto que la base física de la mente humana se halla en la conexión de los miles de millones de células que contiene el cerebro. Sus potenciales de acción o impulsos nerviosos son las señales de comunicación usadas por el cerebro. Se extiende la idea de que en la sincronización de los circuitos neuronales que forman son determinantes el tronco encefálico, el tálamo y la corteza cerebral. Se ha impuesto definitivamente este modelo y su veredicto es inapelable: somos nuestro cerebro.

Todo lo que pensamos, hacemos y dejamos de hacer sucede en nuestro cerebro. La estructura de esa máquina fantástica determina nuestras posibilidades, nuestras limitaciones y nuestro carácter: somos nuestro cerebro (Swaab, 2014: 27).

La categoría central de este modelo es la de conciencia. Saber en qué consiste y en qué lugares del cerebro reside se ha convertido en un campo de investigación fascinante y respetable, uno de los focos de investigación más actuales y relevantes por sus implicaciones tanto teóricas como prácticas. Sus resultados nos permitirán dar una respuesta definitiva a cuestiones eternas: ¿Qué es la mente? ¿Qué papel desempeña la cultura en su configuración? ¿Cómo pensamos y sentimos? ¿Qué nos hace humanos? Asistimos a un momento en el que se pone mayor énfasis en el diseño de experimentos guiados por el modelo neurobiológico cuyo objetivo último es descifrar el misterio de la conciencia, es decir, conseguir una explicación científica de cómo emerge, de su naturaleza, así como de la función que desempeña en vida de las personas.

En este paradigma se encuadra una rama de la Antropología social en la que convergen las dos grandes corrientes que siempre han estado presentes en esta disciplina. Una de orientación biológica que engarza con la Antropología física y recibe el nombre de Neuroantropología, y otra basada en la Etnografía cultural que se denomina Neurocultura

y también Neurociencia social (Campbell y García, 2009: 2; Northoff, 2010: 748; Beller, Bender y Medin, 2012: 348; Lende y Downey, 2012: 140; Whitehead, 2012: 55; Martínez Mateo et al., 2012: 159; Rolls, 2012: 205; Lakoff, 2013: 10; Solymosi, 2013: 174; Innocenti, 2013: 73; Shkurko, 2013: 340). El foco de sus investigaciones se concentra en el estudio de la interacción del cerebro y de la cultura y sus implicaciones para nuestra comprensión de la mente consciente, el comportamiento, y el yo-mismo. El hilo conductor que guía estas investigaciones no es el lenguaje basado en las aportaciones de Chomsky (Etnolingüística) ni el pensamiento visto desde un enfoque computacional (Antropología cognitiva) sino la conciencia que se identifica con el cerebro (Neurociencia cognitiva). El conocimiento de su estructura y funcionamiento permitirá aclarar definitivamente cómo este órgano crea la cultura y cómo en un proceso de realimentación la cultura conforma el cerebro. Nos desvelará la forma en que los significados socialmente compartidos se reflejan en la estructura y el funcionamiento del cerebro y cómo los procesos neurales generan el comportamiento y conforman las prácticas sociales. En suma: ofrece la promesa de entender la sociabilidad investigando las operaciones cognitivas y afectivas del cerebro.

Se apoyan en un principio que se ha convertido en axioma del saber oficial: somos una especie definida por nuestro complejo cerebro, la que posee el cerebro más grande en términos absolutos. De ahí que el cerebro humano no pueda ser visto del mismo modo en que se ven otros órganos del cuerpo. Es la llave que nos abre la puerta de la mente consciente, explica nuestro comportamiento y, por tanto, debe tener un *status* particular. Desde un punto de vista estructural se ha propuesto la existencia de un «zootipo neuronal» compuesto de genes cuya función es armonizar el sistema nervioso central y el plan del cuerpo. Y desde un punto filogenético se acepta que el desarrollo y la posesión de un complejo cerebro es la clave del proceso de hominización y humanización (Baars, 1988: 88; Changeux y Dehaene, 1989: 90; Crick y Koch, 1990: 264; LeDoux, 1995: 227; Damasio, 1999: 169; Edelman y Tononi, 2000: 51; Llinás, 2002: 168-9; Singer, 2006: 39; Kandel, 2006: 376; Revonsuo, 2010: 285; Damasio, 2011: 244; Ramachandran, 2011: 253; Vincent y Lledo, 2012: 45; Dennett, 2013: 5; Holloway, 2008: 6; Butler, 2008: 444; Tattersal, 2012: xi; Arsuaga y Martín-Loeches, 2013: 208; Mashour y Alkire, 2013: 10361; Searle, 2013: 10348; Rilling et al., 2014: 46).

En esta sobrevaloración del cerebro hay muchos intereses en juego, mucho dinero invertido, muchas personas de prestigio comprometidas en el desarrollo de este modelo y muchas esperanzas puestas en su construcción y aplicación: simular las funciones cerebrales a todos los niveles,

desde el molecular y bioeléctrico hasta los rasgos cognitivos que nos hacen inteligentes y dirigen nuestro comportamiento tanto consciente como inconsciente. Y sobre todo una enorme cantidad de aplicaciones prácticas en todos los campos de la vida humana. En efecto, un mapa completo de la actividad cerebral nos ayudará a diseñar técnicas para controlar las neuronas con el fin de erradicar todo tipo de enfermedades, ya que, de manera directa o indirecta, todas guardan relación con el cerebro. También a diseñar neurofármacos capaces de modificar las cualidades del pensamiento humano e incluso a construir un nuevo tipo de ordenadores inspirados en el funcionamiento del cerebro que posean mente consciente (Markram et al., 2011; Blakemore et al., 2011; Kurzweil, 2012; Koch y Reid, 2012; Shen et al., 2012; Thagard, 2012; Jones y Overly, 2013; Debroise, 2013; Abbott, 2013; Kandel et al., 2013; Van Essen et al., 2013).

En este clima de fervor neurocientífico resulta realmente «llamativo», y además se considera científicamente incorrecto, poner en tela de juicio su validez (Nagel, 2012: 5; Ingold, 2013: 1; Vidal, 2009: 27). Nadie puede negar la relevancia del cerebro en la generación de la experiencia consciente, pero es insuficiente para dar una explicación completa de la naturaleza de la conciencia. Se puede ciertamente discutir si es falso, pero lo que es indiscutible es que este modelo no solo está agotado sino además atascado y, por tanto, necesitado de renovación y perfeccionamiento. En efecto, son muchos los investigadores que han mostrado la debilidad de esta forma de reduccionismo psicofísico y por ello la necesidad de una teoría de la realidad humana que sirva para construir mejores modelos que los que provienen de la Neurobiología.

En Antropología social es relevante subrayar esta necesidad para no sucumbir ante los encantos del neurocentrismo que ofrece una teoría unificada del ser humano. Interdisciplinariedad no implica imposición y mera aplicación de los presupuestos de este enfoque. Una ojeada a la literatura reciente en esta disciplina permite constatar que aumenta el número de investigaciones que se sustentan en el modelo neurobiológico. Se vende como una forma de Antropología experimental que ofrece una síntesis metodológica y conceptual en la que se debe basar nuestra visión de la mente consciente (Roepstoff y Frith, 2012: 101; Kivinen y Piironen, 2012: 100). Aporta información acerca de los mecanismos neurológicos, del proceso evolutivo y de nuestro engarce con los primates. Se afirma que este conocimiento no solo enriquece sino que además supera las perspectivas de la antropología tradicional sobre la experiencia humana. Pero su aceptación dogmática coloca a la Antropología social en una situación dramática: deterioración de la disciplina convertida en un apéndice de

la Neurobiología. Aceptar de manera dogmática sus principios tiene el riesgo de prescindir de la función más importante de la conciencia: dotar de sentido a la vida de las personas y a las relaciones que establece con los otros dentro de la diversidad y riqueza de paisajes culturales que conforman su existencia. Mantener abierto y profundizar en el estudio de este campo de investigación es esencial para el futuro de la Antropología social cuyo objetivo último es el diseño cultural. Para realizarlo de manera fértil es imprescindible conocer las aportaciones pero también las lagunas y los límites del modelo neurobiológico de la conciencia.

1.- La mente consciente

En este modelo la mente humana se concibe como un conjunto de procesos y funciones del cerebro que generan lo más específico del ser humano: la conciencia. Un principio básico de la Neurociencia cognitiva actual es que esta facultad es una propiedad emergente de la información que se procesa en las diferentes zonas o regiones del cerebro y que sus células son los átomos de la conciencia. A partir de las investigaciones de Ramón y Cajal las neuronas son vistas como las unidades estructurales y funcionales del sistema nervioso. A Sherrington se debe el término «sinapsis» para referirse a los contactos mediante los cuales cada una de ellas intercambia señales eléctricas y químicas con otras neuronas. Y fue Hebb quien propuso el mecanismo que regula el aprendizaje de las conexiones neuronales. La base de este modelo se puede explicar con esta simple analogía: de la misma manera que un conjunto limitado de símbolos cuya recombinación puede producir un conjunto sin fin de palabras y proposiciones, así, a través de la conexión de las neuronas, las cuales codifican aspectos únicos y elementales, se puede representar un conjunto sin fin de objetos de la percepción, incluso los que nunca han sido percibidos (Singer, 2005: 16; Kurzweil, 2012: 40; Charms y Zador, 2000: 615; Bialek et al., 1991: 1855).

En los inicios del siglo XX se comenzaron a proponer diferentes modelos y técnicas para medir y calcular la actividad electroquímica de las neuronas. Con ellos se han intentado explicar las propiedades eléctricas de la membrana cuando se abren o cierran los canales por los cuales los iones entran o salen de la célula nerviosa. Sigue siendo clásico el de Hodgkin-Huxley que explica los mecanismos que producen la conexión de los potenciales de acción o impulsos eléctricos con las corrientes de iones en la membrana de una neurona. También es ampliamente utilizado por la comunidad científica el modelo simplificado de integración y disparo (*Integrate and Fire*) propuesto por Lapicque en el que se prescinde de las

corrientes de iones y se centra en la forma del potencial de acción de una neurona. Estos modelos han sido usados en una amplia variedad de estudios, desde investigaciones sobre la integración sináptica de una neurona hasta la simulación de circuitos que contienen cientos de miles de neuronas (Lapicque, 1907: 622; Bernstein, 1912: 165; Hodgkin y Huxley, 1952: 543-544; Kuffler y Vaughan Williams, 1953: 291; Changeux, 1983: 68; Sejnowski, Koch y Churland, 1988: 1301; Llinás, 1988: 1661; Koch, 1999: 143).

Estas técnicas de investigación son tan fértiles que en ellas se basaron los padres de la cibernética para concebir el funcionamiento de las neuronas del cerebro como mecanismos de *input-output* que obedecen a determinadas reglas matemáticas. Se sigue discutiendo en qué nivel del tejido nervioso se realizan las operaciones primitivas de codificación de la información. Pero se consolida la tesis de que ocurre en los impulsos nerviosos de las neuronas. Para su aceptación fue básica la ley del «todo-o-nada» de la actividad nerviosa en la medida que permite asegurar que la actividad de cualquier neurona puede ser representada como una proposición (McCulloch y Pitts, 1943: 120; Von Neuman, 1945: 4.2; Von Neuman, 1958: 74; Von Foerster, 1962: 8; Koch y Poggio, 1984: 7; Freeman, 1999: 45; Levine, 1999: 12).

Esta concepción computacional se mantiene en la Neurociencia actual. *The brain computes!*: un ordenador puede convertirse en un cerebro si ejecuta *software* cerebral (Benítez et al., 2013: 11; Mayfield, 2013: 232; Reggia, 2013: 115-6). De todas maneras el cerebro no se concibe como un ordenador que funcione según los principios de la arquitectura Von Neuman. Se describe como un sistema complejo, no lineal y estocástico que funciona de forma distribuida y masivamente paralela. Desde un punto de vista funcional se concibe el cerebro compuesto de columnas (cilindros, módulos) con células nerviosas que poseen dos tipos de conexión: sinapsis asimétricas o excitatorias que facilitan la activación de las células que captan el transmisor químico, y sinapsis simétricas o inhibitorias que impiden o dificultan la activación de otras células. Desde un punto de vista estructural se ve el cerebro como un mecanismo que actúa como puerta y decide qué estímulos pueden entrar y cuáles se deben bloquear. Un rasgo esencial de la conciencia es la ley del «todo-o-nada»: se entra en el espacio consciente de trabajo o no se entra (Dehaene, 2011: 230; Dehaene, Changeux y Naccache, 2011: 66; Sekar, Findley y Llinás, 2012: 167).

En el nivel micro el problema se reduce a la cuestión de cómo están organizadas las representaciones neuronales (Kandel, 2013: 370; Damasio y Carvalho, 2013: 145). Para solucionarlo se siguen dos estra-

tegias. De una parte el estudio de las neuronas individuales para explicar el modo como cada una de ellas representa los rasgos de los objetos que percibimos. De otra parte el estudio de cómo un limitado número de neuronas se sintonizan para formar conjuntos coherentes que pueden representar un objeto particular. Persiste la disputa entre los neurobiólogos que defienden la representación localista y otros la distribuida. Pero en ambas estrategias sigue sin demostrarse cómo se produce esa capacidad de representación, es decir, la naturaleza y la estructura de las representaciones neuronales. Sigue sin aclararse el mecanismo en virtud del cual las neuronas transforman los estímulos en conocimiento.

La cuestión es crucial porque de lo que se trata es de demostrar un tema mucho más radical: que las neuronas contienen «información semántica». Sobre este modelo planea la sombra del «homúnculo», como señalara uno de los padres de la Neurofisiología que diferenciaba las señales electroquímicas de la información con significado:

We sometimes call these electrical potentials 'messages', but we have then to bear in mind that they are not messages in the sense of meaningful symbols. To call them 'signals' presupposes an interpreter, but there is nothing to read 'signals' any more than 'messages'. The signals travel by simply disturbing electrically the next piece of their route. All is purely mechanical (Sherrington, 1963: 168).

De ahí la necesidad de probar que una neurona genere, almacene, procese y comunique información con significado, es decir, su sensibilidad de tipo consciente. Nadie ha conseguido eliminar el abismo entre la representación formal y la realidad representada, es decir, explicar científicamente el grado de isomorfismo, identidad o correspondencia que existe entre la modelización y/o simulación de neuronas y las neuronas reales.

Lo que se pone en tela de juicio de este modelo es su capacidad para reflejar lo que ocurre realmente en las células vivas del cerebro. El principio de objetividad que rige en la ciencia exige la verificación empírica: observaciones susceptibles de ser confirmadas y aceptadas por todas las personas dotadas de una formación adecuada. Les debemos recordar a los neurobiólogos sus propios principios: los modelos científicos se someten al veredicto de los hechos y son los hechos los que juzgan su potencialidad heurística. Por tanto, si las neuronas se consideran las unidades elementales desde las que emerge la conciencia, habrá que demostrar con pruebas científicas convincentes cada uno de estos aspectos jerárquicamente imbricados:

1. Que una neurona es capaz de captar, codificar y procesar símbolos que tengan contenido semántico, es decir, información con significado. ¿Cómo y qué codifican sus señales: letras, palabras o proposiciones?
2. Que una neurona no tiene capacidad de auto-realimentación (*auto-feedback*, *auto-recepteur*) como se supone en la representación digital.
3. Que si existen moléculas que conectan las neuronas, hay que demostrar que los cambios que se producen en las sinapsis son procesos discretos en el espacio y el tiempo, procesos continuos, o en parte discretos y en parte continuos.

En este modelo rige el siguiente axioma: las reacciones químicas y eléctricas que se producen en las células nerviosas producen la conciencia. Es un axioma científico no demostrado que debe ser validado empíricamente para poder ser aceptado. A pesar de los espectaculares avances que se han producido en este campo la Neurofisiología no ha conseguido demostrar la correlación de la actividad física y eléctrica con la experiencia. Nadie ha podido dar una respuesta convincente a la pregunta que el psicólogo W. Köhler hizo a McCulloch en una conferencia que este dio en el año 1951:

«¿Cómo puede representar un impulso nervioso a una proposición?»

Es cierto que la adecuación entre el modelo y la realidad representada es un problema que se plantea en todas las disciplinas (Weisberg, 2013: 162). Pero en esta teoría es esencial porque el principio McCulloch-Pitts desempeña el papel de axioma, es decir, base y fundamento último del modelo neurobiológico de la conciencia (Seung y Yuste, 2013: 1385; Agnati et al., 2012: 6; Yuste, 2010: 206; Davies y Gregersen, 2010: 4; Shepherd, 2010: 230; Cook, 2008: 560; Bielecki, 2007: 192). Se obvia esta prueba diciendo que sería una tarea infinita demostrar el modo como la conciencia emerge de cada una de las neuronas individuales. Pero si se repasa la literatura científica reciente sobre el registro de la actividad de una neurona individual, tanto por medio de finos microelectrodos, microscopía electrónica, técnicas de neuroimagen u optogenética, se constata que sigue sin probarse que una neurona contenga información con significado. Existen muchas hipótesis y propuestas pero al examinarlas ninguna de ellas resulta convincente. En todo caso se siguen reconociendo las limitaciones de las investigaciones que pretenden fijar o simular los rasgos anatómicos y biofísicos

que capacitan a las neuronas para producir información mental. Incluso hay neurocientíficos que afirman que es un objetivo imposible de realizar por no ser el lugar ni la escala adecuada para encontrar información mental (Deacon, 2012: 479; Burock, 2011: 10).

En el nivel macro se investiga el modo como las diferentes áreas o regiones del cerebro producen la conciencia. Se extiende la idea de que buscar la información mental en las pautas de disparo de las neuronas individuales exige mejores conocimientos y técnicas más potentes. De ahí que para explicar cómo de él surge la conciencia el esquema dominante es el «espacio de trabajo [neuronal] global» y la versión más implantada es aquella en la que se concibe el cerebro como un sistema complejo que procesa información.

We propose that consciousness is global information broadcasting within the cortex: it arises from a neuronal network whose raison d'être is the massive sharing of pertinent information throughout the brain (Dehaene, 2014: 13).

La conciencia es información global compartida entre distintas áreas del cerebro. El nivel de conciencia está relacionado con el repertorio de diferentes estados de información que puede distinguir el sistema en su conjunto. Para desarrollar y poder implementar este modelo se ha intentado cuantificar con una sencilla fórmula matemática la capacidad del cerebro para integrar la información que recibe del medio. Se basa en una medida de la información integrada llamada Φ , que cuantifica la reducción de la incertidumbre (es decir, la información) que se genera cuando un sistema entra en un estado particular causado por las interacciones entre sus partes. Si las regiones del cerebro están demasiado aisladas unas de otras o su conexión se realiza de forma aleatoria, Φ será bajo. Si el organismo tiene muchas neuronas y está ricamente dotado de conexiones sinápticas, será alta. Básicamente, Φ mide y representa la cantidad de conciencia. (Tononi, 2012: 293; Koch, 2012: 66; Joshi, Tononi y Koch, 2013: 4-5; Bayne y Hohwy, 2013: 33; Koch, 2014: 27).

Todos los modelos actuales que se sitúan en el nivel macro, ya sean matemáticos o lingüísticos, descuidan un aspecto esencial en el tema de la conciencia: el tipo de ser que es el sujeto que la posee. No se puede explicar la naturaleza de la conciencia a través de una teoría de la información formulada en *bits* sin tener en cuenta la persona que los crea y otorga significado. Las experiencias conscientes exigen la presencia de un sujeto que la genere y mientras no conozcamos su naturaleza no podremos avanzar en el conocimiento de la conciencia. Por tanto, si aspiramos a descifrar el enigma de la conciencia nos debemos preguntar qué tipo de

organismo es el *Homo sapiens* que posee la capacidad de ser consciente de sus propias experiencias. En efecto, para hacer algo (integrar la información) tenemos que ser algo (personas). Si no sabemos qué tipo de entidad posee ese «ser consciente» no podremos explicar cómo emerge la actividad consciente suscitada, entre otras causas, por los estímulos que recibe del medio. Pero todavía más relevante: no podremos explicar cómo la actividad consciente, en un proceso de realimentación, conforma los modos de ser, pensar y actuar de las personas. Solamente este conocimiento permitirá progresar en el saber y podrá fijar el grado de singularidad y autonomía que posee el cerebro dentro de la totalidad del cuerpo situado que somos. No se puede prescindir de una *ontología del ser humano*, tanto biofísica como sociocultural. En efecto, para superar el funcionalismo abstracto que conlleva la teoría de la información debemos centrar nuestras investigaciones en las personas que tienen la capacidad de generarla e integrarla dentro del medio socio-físico en el que desarrollan su vida (Couceiro, 2014: 72; Shulman, 2013: 122; Deacon, 2012: 476-7; Heritier, 2012: 87; Humphrey, 2011: 118).

2.- La libertad humana

La conciencia es la raíz y el fundamento de la libertad. Necesitamos una buena teoría sobre esta capacidad humana porque en el modelo neurobiológico se llega a conclusiones que chocan frontalmente contra el saber que nos proporciona el conocimiento ordinario. En efecto, se han realizado experimentos de laboratorio cuyos resultados van en contra de esta forma de conocimiento que es fruto de nuestra historia evolutiva y social. Para poder valorar esta propuesta hay que recordar que la libertad no se expresa ni se vive en el mundo microscópico –cuántico, nanométrico, molecular, etc.– donde no rigen las intuiciones del sentido común sino que se ejerce en el mundo de la vida cotidiana (Anders, 2014: 46; Uithol et al., 2014: 130; Schwägerl, 2014: 101; Rovelli, 2013: 7; Segura, 2013: 255; Alberca, 2013: 227; Stillman et al., 2011: 393; Novo, 2011: 178; Horgan, 2011: 1). Para poder desenvolvernos adecuadamente en este ámbito siempre partimos del supuesto de que somos agentes libres. Sin embargo se ha convertido en una idea científicamente aceptada una tesis que viola este principio que nos indica el conocimiento ordinario: los seres humanos no poseen libre albedrío o libertad. La libertad es una ficción cerebral ya que son los inmensos laberintos neuronales los que aplican sus propios programas grabados profundamente en el cerebro a lo largo de cientos de generaciones. La decisión de realizar una acción tiene su origen en zonas inconscientes del cerebro antes de pasar al

plano de la conciencia. Se produce una iniciación inconsciente del acto voluntario libre y es nuestro cerebro el que decide normalmente sin que nosotros lo sepamos. La libertad es, por tanto, una falsa ilusión (Boraud: 2013; Caruso, 2012; Rubia, 2012; Mlodinow, 2012; Gazzaniga, 2011; Eagleman, 2011).

Se da por cierto que determinadas áreas cerebrales controlan la acción voluntaria. Se afirma que el estudio del cerebro de pacientes intervenidos demuestra que la activación de un pequeño grupo de neuronas del cerebro permite predecir la voluntad de realizar un movimiento. Para apoyarlo es un lugar común en Neurociencia apelar a los experimentos sobre el origen de nuestros actos conscientes. Dos neurólogos alemanes pidieron a sujetos normales que realizasen un sencillo movimiento. Al analizar a través de electroencefalograma la actividad eléctrica descubrieron que antes del movimiento aparecía una onda negativa que comenzaba 550 milisegundos antes. Esta onda negativa, denominada por ellos potencial de preparación (*Bereitschaftspotential*), partía de las áreas frontales del cerebro y se dirigía hacia la corteza primaria en el giro precentral. Precedía la actividad consciente, base y fundamento de cualquier acto libre (Kornhuber y Deecke, 1965). Con estos experimentos conecta el prestigioso neuropsicólogo americano Hans Libet quien demostró que se produce una activación del cerebro antes de que seamos conscientes de la decisión que vamos a tomar. Sostiene que la introducción de la preparación, la cual debe culminar en un movimiento libre, emerge inconscientemente en el cerebro y precede a la conciencia o a la intención de actuar ahora, en unos 400 ms. o más. El potencial de preparación (*readiness potential*) en la corteza motora precede al movimiento voluntario y de ello se deduce que no somos seres libres. Justo antes de que una persona tome una decisión se produce una actividad eléctrica del cerebro de la que no somos conscientes. El proceso de iniciar una acción voluntaria se genera de manera inconsciente en el cerebro (Libet, 1985; Wegner, 2002; Libet, 2005; Soon et al., 2008; Bode et al., 2011; Haynes, 2011; Carnevale et al., 2012). La iniciación de cualquier acto voluntario se produce antes de que el sujeto sea consciente de haber tomado una decisión. En consecuencia, si aceptamos que el cerebro inicia inconscientemente el acto voluntario, debemos concluir que no poseemos libre albedrío.

El tema de la libertad es una cuestión que se ha debatido a lo largo de toda la historia del pensamiento, adquirido una gran variedad de formas y suscitado graves problemas sobre la agencia, la vida y el destino de las personas. Pero al margen de disquisiciones lingüísticas sobre el concepto de libre albedrío, es este un rasgo evidente del ser humano que podemos constatar en cualquier análisis que hagamos del comportamien-

to normal de una persona en la vida cotidiana. Es una libertad situada y, por tanto, no es absoluta. Depende de las condiciones físico-químicas y socio-ambientales pero dimana de la totalidad de la persona que es capaz de integrarlas, trascenderlas y utilizarlas de manera autónoma. Es la decisión personal la que nos permite elegir entre las muchas o las pocas posibilidades que el mundo nos ofrece. El trabajo de campo de un antropólogo nos lo recuerda:

El lugar interior desde el que el sujeto toma conciencia del nacimiento de su querer no es el mismo en todos los casos. Según se transfigura dicha imagen antropológica, cambia no solo su identidad, sino la calidad de su querer, la contemplación moral de su voluntad, de esa que, aun en silencio o desde el proceso discursivo de su conciencia, bajo las máscaras con las que se presenta, o mediante formas y grados distintos de anonimato, toma decisiones, elige, interacciona libremente o acepta la contundencia de los hechos, la inexorabilidad de las leyes naturales o la silenciosa grandeza de su más íntima nada (Sanmartín, 2010: 76).

En este tema llaman la atención las piruetas lingüísticas que tienen que hacer muchos neurobiólogos y filósofos para decir que no somos libres pero que sí somos libres: tenemos el poder de veto como mecanismo de control, no tomaríamos las decisiones conscientemente pero seríamos conscientes de haberlas tomado, que hay que distinguir entre deliberación y acto voluntario, entre acto libre y responsable, entre precedencia temporal y conexión constante, entre determinismo cerebral fijo y abierto, entre intenciones y decisiones, entre acción libre y acción sin causa, libre no-albedrío, etc. (Libet, 2011: 10; Vihvelin, 2013: 166; Rolls, 2013: 60-61). Y las tienen que hacer por las consecuencias desastrosas que tendría negar la libertad para poder explicar la vida de las personas y de un modo especial para el orden jurídico. La responsabilidad y la culpabilidad se reducirían y se explicarían a través de las biomoléculas e impulsos eléctricos que recorren las células nerviosas del cerebro.

No es esta una cuestión secundaria que se pueda reducir a una mera disputa filosófica: ¿cómo de un proceso inconsciente puede surgir la experiencia subjetiva? Es una cuestión nuclear que ha recibido un amplio tratamiento y suscitado acerasas discusiones ya que lo que está en juego es la misma concepción de la persona, es decir, ¿qué es el hombre? Aceptar la libertad humana erosiona los cimientos del modelo neurobiológico que por principio es determinista y nos condena a que lo único que podemos hacer es cambiar el cableado del cerebro. El rechazo de esta tesis significa que es falsa esta pretensión de muchos neurobiólogos: que

sus hallazgos sobre cómo funciona el cerebro tienen que ser la base en la que nos debemos apoyar para saber no solo lo que podemos hacer sino también el modo como nos debemos comportar para ser felices. Impide, además, reducir la conciencia a mera sensación para poder atribuirla a cualquier sistema vivo que posea un sistema nervioso por muy rudimentario que sea. Y lo más decisivo: obliga a ver la conciencia como un saber vital que dimana de la totalidad situada del cuerpo que somos. Podemos aceptar que son válidos y correctos tanto los datos del experimento de Libet como las técnicas usadas para obtenerlos, para añadir inmediatamente que el experimento es artificial –alejado de la vida real– y además basado en un modelo incompleto –somos más que nuestro cerebro–.

El cerebro es altamente relevante para el estudio de la conciencia, pero probablemente necesitemos mirar más allá de él si intentamos dar una explicación completa de la conciencia (Zeman y Coebergh: 2013, 402).

Ello obliga a diseñar un modelo que oriente a los investigadores a hacer preguntas que afectan e interesan a la gente: ¿qué tipo de seres somos, que poseemos la capacidad de ser personas libres? ¿Cómo podemos aumentar nuestra libertad? ¿Qué función desempeña la conciencia en el ejercicio de la libertad? (Álvarez Munárriz, 2005: 75).

3.- La salud humana

Comprender la conciencia es esencial para saber quiénes somos y fundamental para diagnosticar a pacientes que padezcan cualquier tipo de problema psicológico, psiquiátrico o neurológico. La salud es el valor más apreciado por las personas y por ello el campo al que apelan los grandes proyectos de la cultura eurocéntrica para justificar la necesidad de financiación. Los diferentes proyectos sobre el cerebro humano que actualmente se han presentado prometen conocer, tratar y curar todo tipo de enfermedades: desde un simple dolor de cabeza hasta la enfermedad de Alzheimer que tanto preocupa a las personas y a las familias. Se tiene una confianza ciega en sus potencialidades y su poder de seducción es enorme. Pero se trata de falsas ilusiones de la ciencia que recientemente el escritor A. Ibañez ha condensado en una sencilla frase: «¡El futuro se ha parado!» Estamos fascinados por el encanto de la tecnociencia y no nos damos cuenta que no existe base empírica suficiente para pensar que las aportaciones de la Neurobiología actual contribuyan a realizar esta utopía.

En la actualidad las aplicaciones clínicas del modelo neurobiológico de la conciencia se testan en ámbitos que, hoy por hoy, son bastante difusos: muerte cerebral, coma, estado vegetativo, estado de conciencia mínimo, anestesia, sueño, recuerdos, etc. (Di Perri et al., 2014; McDaniel, 2013; Voss, 2013; Sanders et al., 2012; Alivisatos et al., 2012). En todo caso campos limitados en donde no se puede demostrar ni refutar la validez de este modelo. Pero su validez y sobre todo su fertilidad se deben mostrar en su contribución al esclarecimiento de las causas así como en la propuesta de terapias efectivas para prevenir o curar enfermedades tales como el Alzheimer, Parkinson, esquizofrenia, depresión, autismo, etc. En estos ámbitos se ofrecen muchas esperanzas pero los resultados son escasos, por no decir nulos. Los estudios que provienen de la Neurobiología son estudios meramente descriptivos, no prescriptivos. No ofrecen información acerca de la etiología o de los patrones anormales de funcionamiento del cerebro que nos pudiesen dar alguna pista sobre las causas de estas enfermedades. Por ejemplo, poseemos criterios válidos de diagnóstico así como potentes técnicas de imagen cerebral para ver la diferencia entre el cerebro de una persona que padece la enfermedad de Alzheimer y otra que no la padece. Sin embargo este modelo nada dice sobre las causas y tampoco aporta terapias para su cura o prevención. No solo se produce una muerte progresiva de las neuronas sino que al mismo tiempo se produce una pérdida y degradación de la autonomía corporal que empobrece la vida ordinaria. Es algo de lo poco que sabemos pero también de lo mucho que desconocemos (Braak et al., 2013; Eustache, 2012; Williams et al., 2012). Este ejemplo es significativo porque demuestra la participación del cerebro en la posesión de experiencia consciente. Pero también ayuda a constatar que los lentos avances que se están produciendo en la lucha contra esta enfermedad no provienen del modelo neurobiológico de la conciencia sino del trabajo de médicos, psicólogos y antropólogos que tratan directamente a personas que la sufren.

Para evitar malentendidos debemos distinguir la Neurología de las exageradas propuestas de la Neurobiología (Tallis, 2011: 73; García Albea, 2011: 579; Pérez Álvarez, 2011: 99; Legrenzi y Umiltà, 2011: 27). La Neurología es una rama de la Biomedicina que estudia la estructura, función y desarrollo de los sistemas nervioso central y periférico en estado normal y patológico, utilizando todas las técnicas de estudio, diagnóstico y tratamiento actualmente en uso o que pueden desarrollarse en el futuro. Se centra en la anatomía y la fisiología del cerebro para con sus conocimientos poder prevenir, diagnosticar o curar enfermedades del cerebro. Esta seguirá progresando y podemos anticipar avances espectaculares en aplicaciones clínicas con la progresiva implantación de las

Técnicas de Neuroimagen (Laureys et alii, 2009: 38; Richmond, 2012: 3; Owen, 2013: 113; Kaku, 2014: 44 ss.). La aplicación de estas modernas técnicas en el tema de la conciencia nos sitúa en el campo de la Neurobiología o Neurociencia cognitiva: rama de la Neurociencia que pretende convertirse en una meta-ciencia y que promete explicar todo lo humano a partir de una visión computacional del cerebro. Se presenta con vocación universalista y multidisciplinar, una teoría que aspira a la reconciliación de las ciencias y las humanidades. Nadie discute que la demostrada plasticidad del cerebro ofrece perspectivas insospechadas a todos los que se ocupan de las dificultades ligadas a la cura de los traumatismos cerebrales o de las enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, las investigaciones empíricas basadas en modelos computacionales no han conseguido aportar pruebas empíricas de que las unidades o átomos del cerebro posean la capacidad de generar o procesar información semántica. Sigue sin alcanzarse una explicación satisfactoria de la correspondencia entre la representación simbólica de una neurona y el estado físico de una neurona viva. Esta acotación es importante porque, a fin de cuentas, lo que se persigue es encontrar el modelo adecuado para poder prevenir y curar las enfermedades que sufre la gente (Hell, 2013: 50; Kirmayer y Gold, 2012: 325).

Este modelo pretende superar la antigua dicotomía del «cerebro» para los neurólogos y la «mente» para los psiquiatras. Parte del supuesto de que en cualquier enfermedad lo primero que hay que determinar es en qué parte del sistema nervioso se halla el problema. Este conecta y controla todos los órganos y sistemas del cuerpo, especialmente el sistema inmunitario. Si se logra controlar y regular las señales que envía a todas las partes del cuerpo se podría recuperar la salud de los órganos o funciones dañadas sin necesidad de los medicamentos corrientes. De ahí que su máxima aspiración sea producir minifármacos y diseñar técnicas que controlen el comportamiento de cada neurona. En este proyecto de futuro la nanotecnología jugará un papel fundamental en la medida que posibilitará «reprogramar» las neuronas del cerebro con el fin de curar todo tipo de enfermedades.

Convergeremos con la tecnología inteligente que estamos creando. Nanorobots inteligentes en nuestro torrente sanguíneo mantendrán nuestros cuerpos biológicos saludables a nivel celular y molecular. Se meterán en nuestro cerebro de forma no invasiva a través de los capilares e interactuarán en nuestras neuronas biológicas, lo que aumentará directamente nuestra inteligencia (Kurzweil, 2012: 270).

En estas terapias innovadoras se reduce la enfermedad a la dimensión puramente neurobiológica ya que solamente se tienen en cuenta variables de tipo neural: neuronas, sinapsis, circuitos, neurotransmisores, etc. El ideal es un cerebro sano que coordine todas las actividades fisiológicas del cuerpo de manera perfecta. Se denomina medicina para el perfeccionamiento y su ideal consiste en crear un cerebro feliz (Hanson y Mendius, 2009; Hortstman, 2010; Linden, 2011; Mora, 2012). Pero debemos resaltar que en el mantenimiento de la salud también intervienen elementos de tipo cultural, emocional, social, individual, etc. En el modelo neurobiológico ciertamente no se ignoran estos factores, pero se consideran ruido que el progreso científico irá eliminando. Sin embargo no se puede prescindir de esas dimensiones porque son factores esenciales y solamente teniendo en cuenta su interacción dinámica se puede alcanzar una visión más completa de la salud / enfermedad.

Parto del supuesto de que el cerebro es un órgano de la persona y, por tanto, los avances en el campo de la salud / enfermedad solamente podrán venir de las aportaciones de una biomedicina centrada en la persona (Bayés, 2010: 131; Álvarez Munárriz, 2011: 390; Rager, 2011: 42; Entwistle y Watt, 2013: 30; Guerrero Muñoz, 2013: 224-5; Najmanovich, 2013: 79). La razón es simple: en el análisis de un problema de salud / enfermedad, la primera cuestión que debe plantearse es la de fijar con claridad «quién» es el sujeto de análisis. Este no se puede entender como un conjunto de órganos o regiones separadas con funciones diferentes aunque conectadas y controladas por el cerebro. Se debe tratar como un todo, un sistema abierto y complejo cuyo núcleo reside en la conciencia. En este modelo el sistema nervioso es importante, pero es solo una parte de la persona como un todo que desarrolla su vida en un medio socio-ecológico concreto. Los profesionales son cada vez más conscientes de la importancia que tiene un enfoque integral de la salud que atienda a factores neurogenéticos, pero también a factores individuales, socioculturales y ambientales (Jou, 2014: 195; Jeddi, 2013: 455; Ordovas, 2013: 5; Russo, 2013; Duval et al., 2012; Moerman, 2012; Koch y Fuchs, 2011; Shinya, 2011; Fuchs, 2008; Schlitz et al., 2008; Maier et al., 2005; Lambert y McKeivitt, 2002; Andreasen, 2001).

A modo de conclusión

Es sumamente fácil criticar y de-construir, pero el reto está en construir, es decir, en aportar un modelo alternativo de la conciencia que sea realmente fértil. Esta reflexión crítica ha tenido como objetivo que nos demos cuenta de la necesidad de construir modelos predictivos a través de los

que se puedan comprobar y validar los rasgos que se predicen de la conciencia humana. También ofrece pistas para elaborar un modelo realista cuyos resultados sirvan para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas. Necesario porque el modelo neurobiológico no está consiguiendo estos objetivos y solo aporta grandes promesas. Necesitamos un modelo del sujeto consciente que sea coherente y consistente desde el punto de vista teórico, y que además contenga propuestas efectivas que sirvan para prevenir o curar enfermedades que tienen su origen en las disfunciones o trastornos de la conciencia.

Hace tiempo propuse que el reto que tenía la «Ciencia de la Conciencia» era el de la unificación y la integración de los múltiples y variados enfoques que existen en el saber sobre este rasgo específico del *Homo sapiens*. Hoy pienso que, tras la implantación y cosificación del modelo neurobiológico, debemos caminar hacia la construcción de modelos más fértiles. El desafío es proponer un modelo holístico de la conciencia que esté basado en el estudio de lo que hacen las personas reales. Es un reto urgente que tenemos que afrontar. En esta contribución he intentado no solamente criticar sino también ofrecer pistas que podemos usar y explorar para comenzar este difícil camino. Para iniciarlo es alentador oír la voz de neurocientíficos que propugnan la necesidad de un modelo más abierto en el que la actividad del cerebro desempeña claramente un papel clave en la génesis de la experiencia consciente, pero también reconocen que es solo una parte del enigma. Atrincherarse en las murallas del neurocentrismo académico cierra el paso a que los investigadores propongan nuevos modelos que sean más fértiles. La Neurociencia nos ha ayudado a superar el dualismo mente-cuerpo y nuevas vías interdisciplinarias de investigación contribuirán a superar el sutil dualismo de cerebro-cuerpo que configura el modelo neurobiológico de la conciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, A. (2013). Neuroscience: Solving the brain. *Nature*, 499: 7458.
- Alberca, F. (2013). *Nuestra mente maravillosa*. Madrid: Planeta.
- Agnati, L. F. et al. (2012). Neuronal correlates to consciousness: The «hall of mirrors» metaphor describing consciousness as an epiphenomenon of multiple dynamic mosaics of cortical functional modules. *Brain Research*, 1476.
- Alivisatos, A. P. et al. (2012). The brain activity map project and the challenge of functional connectomics. *Neuron*, 74.
- Álvarez Munárriz, L. (2005). La conciencia humana. En *La conciencia humana: perspectiva cultural*. Álvarez Munárriz, L., Ed. Barcelona: Anthrosos.

- Álvarez Munárriz, L. (2011). La compleja identidad personal. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, LXVI (2).
- Anders, G. (2014). *Acerca de la libertad*. Valencia: Pre-Textos.
- Andreasen, N. C. (2001). *Brave new brain. Conquering mental illness in the era of the genome*. Oxford: Oxford University Press.
- Arsuaga, J. L. y Martín-Loeches, M. (2013). *El sello indeleble*. Barcelona: Debate.
- Baars, B.J. (1988). *A cognitive theory of consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bayne, T. y Hohwy, J. (2013). Consciousness: theoretical approaches. En *Neuroimaging of Consciousness*. Cavanna, A. E. et al., Eds. Berlin: Springer-Verlag.
- Bayés, R. (2010). *El psicólogo que buscaba la felicidad*. Barcelona: Plataforma.
- Beller, S.; Bender, A. y Medin, D. L. (2012). Should Anthropology be part of cognitive science? *Topics in Cognitive Science*, 4.
- Benítez, R. et al. (2013). *Inteligencia artificial avanzada*. Barcelona: UOC
- Bernstein, J. (1912). *ELEKTROBIOLOGIE. Die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus auf moderner Grundlage dargestellt*, Braunschweig: Vieweg & Sohn. En <http://openlibrary.org>.
- Bialek, W. et al. (1991). Reading a neural code. *Science*, 252.
- Bielecki, A. (2007). Information metabolism in the framework of exact sciences. En *States of consciousness. Models for Psychology and Psychotherapy*. Kokoszka, A., Ed. Hardcover: Springer.
- Blakemore, C. et al. (2011). Neuroscience, society and policy. *Brain Waves Module 1*.
- Bode, S. et al. (2011). Tracking the unconscious generation of free decisions using ultra-high field fMRI. *PLoS ONE* 6 (6).
- Boraud, Th. (2013). Nous décidons souvent sans le savoir. *La Recherche*, 473.
- Braak, H. et al. (2013). Pathogenese und Prävention des M. Alzheimer. Wann und auf welche Weise beginnt der pathologische Prozess? *Der Nervenarzt* 4.
- Burock, M. (2011). Information and the function of neurons. Base de datos: PhilSci Archive.
- Butler, A. B. (2008). Evolution of brains, cognition, and consciousness. *Brain Research Bulletin* 75 (2-4).
- Campbell, B. C. y García, J. R. (2009). Neuroanthropology: evolution and emotional embodiment. *Frontiers in Evolutionary Neuroscience* 1.
- Carnevale, F. et al. (2012). Internal signal correlates neural population and biases perceptual decision reports. *PNAS* 109 (46).
- Caruso, G. D. (2012). *Free will and consciousness. A deterministic account of the illusion of free will*. Lanham: Lexington Books.
- Changeux, J-P. (1983). *L'homme neuronal*. Paris: Fayard.
- Changeux, J-P. y Dehaene, S. (1989). Neuronal models of cognitive functions. *Cognition*, 33.
- Charms, R. C. y Zador, A. (2000). Neural representation and the cortical code. *Annual Reviews of Neuroscience*, 23.

- Cook, N. D. (2008). The neuron-level phenomena underlying cognition and consciousness: synaptic activity and the action potential. *Neuroscience*, 153.
- Couceiro, E. (2014). Habitus, cultura, mente y cerebro. La mente como habituación neurológico-cultural. (En prensa).
- Crick, F. y Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. *The Neurosciences*, 2.
- Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace.
- Damasio, A. (2011). *Self comes to mind. Constructing the conscious brain*. London: Vintage Books.
- Damasio, A. y Carvalho, G. B. (2013). The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nature reviews | Neuroscience*, 14.
- Davies, P. y Gregersen, N. H. (2010). Introduction: does information matter? En *Information and the nature of reality*. Davies, P. y Gregersen, N. H., Eds. Cambridge: Cambridge University Press.
- Deacon, T. W. (2012). *Incomplete nature: how mind emerged from matter*. New York: Norton and Company.
- Debroise, A. (2013). La science pourra-t-elle expliquer la conscience? *La Recherche*, 478.
- Dehaene, S. (2011). Signatures of consciousness. En *The mind: leading scientists explore the brain, memory, personality, and happiness*. Brockman, J., Ed. New York: Harper Perennial.
- Dehaene, S. (2014). *Consciousness and the brain. Deciphering how the brain codes our thoughts*. New York: Viking.
- Dennett, D. C. (2013). The normal well-tempered mind. Edge Foundation Page.
- Dehaene, S.; Changeux, J-P. y Naccache, L. (2011). The Global Neuronal Workspace model of conscious access: From neuronal architectures to clinical applications. En *Characterizing consciousness: From cognition to the clinic? Research and perspectives in Neurosciences*. Dehaene, S. y Christen, Eds. Berlin: Springer-Verlag.
- Dehaene, S. y Changeux, J-P. (2011). Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron*, 70.
- Di Perri, C. et al. (2014). Functional neuroanatomy of disorders of consciousness. *Epilepsy & Behavior*, 30.
- Duval, C. et al. (2012). What happens to personal identity when semantic knowledge degrades? A study of the self and autobiographical memory in semantic dementia. *Neuropsychologia*, 50 (2).
- Eagleman, D. (2011). *Incognito: the secret lives of the brain*. London: Hardcover.
- Edelman, G. M. y Tononi, G. (2000). *A universe of consciousness. How matter becomes imagination*. New York: Basic Books.
- Entwistle, W. A. y Watt, I. S. (2013). Support delivery of person-centered care. *The American Journal of Bioethics*, 13 (8).

- Eustache, F. (2012). Le paradoxe de l'identité singulière et plurielle: un paradigme inédit et un défi nouveau pour la neuropsychologie. *Revue de neuropsychologie*, 1 (4).
- Foerster, H. von (1962). Perception of form in biological and man-made systems. *Trans. of the Indust. Design Educ. Assoc.*, 82.
- Freeman, W. J. (1999). *How brains make up their minds*. London: Weidenfels and Nicholson.
- Fuchs, Th. (2008). *Das Gehirn- ein Beziehungsorgan: eine phänomenologisch-ökologische Konzeption*. Stuttgart: Kohlhammer.
- García-Albea, J. E. (2011). Usos y abusos de lo «neuro». *Revista de Neurología*, 52.
- Gazzaniga, M. (2011). *Who's in charge? Free will and the science of the brain*. New York: Harper Collins Publishers.
- Guerrero Muñoz, J. (2013). Notas para una antropología de la relación psicólogo-paciente. En *El sentido del vivir en el morir*. Roqué, M. V. y López, J., Coords. Pamplona: Aranzadi.
- Hanson, R. y Mendius, R. (2009). *Buddha's Brain: The Practical Neuroscience of Happiness, Love, and Wisdom*. Oakland: New Harbinger Publications.
- Haynes, J-D. (2011). Beyond Libet: Long-term prediction of free choices from neuroimaging signals. En *Characterizing consciousness: from cognition to the clinic? Research and perspectives in neurosciences*. Dehaene, S. y Christen, Y., Eds. Berlin: Springer-Verlag.
- Hell, D. (2013). *Krankheit als seelische Herausforderung*. Basel: Schwabe.
- Heritier, F. (2012). *Le sel de la vie: lettre à un ami*. Paris: Odile Jacob.
- Hodgkin, A. L. y Huxley, A. F. (1952). A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *Journal of Physiology*, 117.
- Holloway, R. L. (2008). The human brain evolving: a personal retrospective. *Annual Review of Anthropology*, 37.
- Horgan, J. (2011). Why we need to believe in free will. *The Chronicle of Higher Education*. Jun, 12.
- Horstman, J. (2010). *The scientific american brave new brain*. London: Wiley.
- Humphrey, N. (2011). A Self worth having. En *The mind: leading scientists explore the brain, memory, personality, and happiness*. Brockman, J., Ed. New York: Harper Perennial.
- Ingold, T. (2013). Prospect: death of a paradigm. En *Biosocial becomings: integrating social and biological anthropology*. Ingold, T. y Palsson, G., Eds. Cambridge: Cambridge University Press.
- Innocenti, G. M. (2013). Neural computing: the metaphorical, cultural roots of brain models. *Culture and Brain*, 1.
- Jeddi, E. (2013). La verdad de la enfermedad. En *La complejidad de lo social. La trama de la vida*. Pérez, R. A. y Sanfeliu, I., Coords. Vol. 4. Madrid: Siglo XXI.
- Jones, A. R. y Overly, C. C. (2013). Atlas genético del cerebro. *Mente y Cerebro*, 58.

- Joshi, N.; Tononi, G. y Koch, C. (2013). The minimal complexity of adapting agents increases with fitness. *PLOS Computational Bio* 9 (7).
- Jou, D. (2014). *El laberinto del tiempo*. Barcelona: Pasado y Presente.
- Kaku, M. (2014). El futuro de nuestra mente. Barcelona: Debate.
- Kandel, E. R. (2006). *In search of memory: the emergence of a new science of mind*. London: Norton.
- Kandel, E. R. (2013). From nerve cells to cognition: the internal cellular representation required for perception and action. En *Principles of neural science*. Kandel, E. R. et al. New York: McGraw-Hill.
- Kandel, E. R. et al. (2013). Neuroscience thinks big (and collaboratively). *Nature Reviews Neuroscience*, 14.
- Kirmayer, L. J. y Gold, I. (2012). Re-socializing Psychiatry. En *Critical neuroscience: A handbook of the social and cultural contexts of neuroscience*. Choudhury, S. y Slaby, J., Eds. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Kivinen, O. y Piironen, T. (2012). On the distinctively human: two perspectives on the evolution of language and conscious mind. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 42 (1).
- Koch, C. (1999). *Biophysics of computation: information processing in single neurons*. New York: Oxford University Press.
- Koch, C. y Poggio, T. (1984). Biophysic of computation: neurons, synapsis and membranes. *C. B. I. P. Paper 008*.
- Koch, C. (2012). *Consciousness: confessions of a romantic reductionist*. Cambridge: The MIT Press.
- Koch, C. (2013). The brain of Buddha. *Scientific American Mind*, 24 (3).
- Koch, C. (2014). Ubiquitous minds. *Scientific American Mind*, 25.
- Koch, C. y Tononi, G. (2009). Consciousness: Theoretical and computational Neuroscience. En *Encyclopedia of Neuroscience*. New York: Academic Press.
- Koch, C. y Reid, C. (2012). Neuroscience: Observatories of the mind. *Nature*, 483 (7390).
- Koch, S. C. y Fuchs, Th. (2011). Embodied arts therapies. *The Arts in Psychotherapy*, 38.
- Köhler, W. (1951). Conversations. En *Why the mind is in the head?* McCulloch, W. (1951). En <http://www.vordenker.de>.
- Kornhuber, H. H. y Deecke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archive für die Gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 284.
- Kuffler, S. W. y Vaughan Williams, E. M. (1953). Small-nerve junctional potentials. The distribution of small motor nerves to frog skeletal muscle, and the membrane characteristics of the fibres they innervate. *Journal of Physiology*, 121.
- Kurzweil, R. (2012). *How to create a mind. The secret of human thought revealed*. New York: Penguin Books.
- Lakoff, G. (2013). Neural social science. En *Handbook of neurosociology*. Franks, D. D. y

- Turner, J. H., Eds. Dordrecht: Springer.
- Lambert, H. y McKeivitt, C. (2002). Anthropology in health research: from qualitative methods to multidisciplinary. *BMJ*, 325.
- Lapicque, L. (1907). Recherches quantitatives sur l'excitation électrique des nerfs traitée comme une polarisation. *J. Physiol. Pathol. Gen.*, 9.
- Laureys, S. et al. (2009). Functional Neuroimaging. En *The Neurology of Consciousness: cognitive neuroscience and neuropathology*. Laureys, S. y Tononi, G., Eds. London: Elsevier.
- LeDoux, J. (1995). Emotion: Clues from the brain. *Annual Review of Psychology*, 46 (1).
- Legrenzi, P. y Umiltà, C. (2011). *Neuromania. On the limits of brain sciences*. New York: Oxford University Press.
- Lende, D. H. y Downey, G. (2012). The encultured brain - Toward the future. En *The encultured brain. An introduction to Neuroanthropology*. Lende, D. H. y Downey, G., Eds. Cambridge: The MIT Press.
- Levine, D. S. (1999). *Introduction to neural and cognitive modelling*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral Brain Sciences*, 8.
- Libet, B. (2005). *Mind Time. Wie das Gehirn Bewusstsein produziert*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Libet, H. (2011). Do we have free will? En *Conscious will and responsibility: a tribute to Benjamin Libet*. Sinnott-Armstrong, W, y Nadel, L., Eds. Oxford: Oxford Scholarship.
- Linden, D. J. (2011). *The compass of pleasure*. London: Penguin Books.
- Llinás, R. R. (1988). Intrinsic electrophysiological properties of mammalian neurons: insights into central nervous system function. *Science*, 242 (4886).
- Llinás, R. R. (2002). *I of the vortex: from neurons to self*. Cambridge: The MIT Press.
- Maier, W. et al. (2005). Hirnforschung und Menschenbild im 21. Jahrhundert. *Nervenarzt*, 76.
- Markram, H. et al. (2011). Introducing the human brain project. *Procedia. Computer Science*, 7.
- Martínez Mateo, M. et al. (2012). Concerns about cultural neurosciences: A critical analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36 (1).
- Mashour, G. A. y Alkire, M. T. (2013). Evolution of consciousness: Phylogeny, ontogeny, and emergence from general anesthesia. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 110 (suppl. 2).
- McCulloch, W. S. y Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5.
- McDaniel, R. (2013). Ever present: Attention and alertness in the unawake. *Anthropology of Consciousness*, 24 (2).
- Mlodinow, L. (2012). *Subliminal. How your unconscious mind rules your behavior*. New York: Pantheon Books.

- Moerman, D. E. (2012). Consciousness, «symbolic healing» and the meaning response. *Anthropology of Consciousness*, 23 (2).
- Mora, F. (2012). *¿Está diseñado nuestro cerebro para la felicidad?* Madrid: Alianza.
- Nagel, Th. (2012). *Mind and cosmos. Why the materialist neo-darwinian conception of nature is almost certainly false*. Oxford: Oxford University Press.
- Najmanovich, D. (2013). Las complejidades de la vida en red. En *La complejidad de lo social. La trama de la vida*. Pérez, R. A. y Sanfeliu, I.,Coords. Vol. 4. Madrid: Siglo XXI.
- Neumann, J. von (1945). First draft of a report on the EDVAC. Moore School of Electrical Engineering: University of Pennsylvania.
- Neumann, J. von (1958). *The computer and the brain*. New Haven: Yale University Press.
- Northoff, G. (2010). Humans, brains, and their environment: marriage between neuroscience and Anthropology? *Neuron*, 66 (6).
- Novo, J. (2011). *Genes, microbios y células*. Barcelona: RBA.
- Ordovas, J. M. (2013). *La nueva ciencia del bienestar. Nutrigenómica*. Barcelona: Crítica.
- Owen, A. M. (2013). Detecting consciousness: A unique role for neuroimaging. *Annual Review of Psychology*, 64.
- Pérez Álvarez, M. (2011). El magnetismo de las neuroimágenes: moda, mito e ideología del cerebro. *Papeles del Psicólogo*, 32 (2).
- Rager, G. (2011). Selbst und Bewusstsein: Grundlagen der Neurowissenschaften. En *Ich Denke, Also Bin Ich Ich?: Das Selbst zwischen Neurobiologie, Philosophie und Religion*. Müller, T. y Schmidt, Th. M., Eds. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprech.
- Ramachandran, V. S. (2011). *The tell-tale brain*. London: William Heinemann.
- Reggia, J. A. (2013). The rise of machine consciousness: Studying consciousness with computational models. *Neural Networks*, 44.
- Revonsuo, A. (2010). *Consciousness: the science of subjectivity*. New York: Psychology Press.
- Richmond, S. (2012). Introduction. En *I know what you're thinking, brain imaging and mental privacy*. Richmond, S. et al., Eds. Oxford: Oxford University Press.
- Rilling, J. K. (2014). Comparative primate neuroimaging: insights into human brain evolution. *Trends in Cognitive Sciences*, 18 (1).
- Roepstorff, A. y Frith, C. (2012). Neuroanthropology or simply anthropology? Going experimental as method, as object of study, and as research aesthetic. *Anthropological Theory*, 121.
- Rolls, E. T. (2012). *Neuroculture: on the implication of brain science*. Oxford: Oxford University Press.
- Rolls, E. T. (2013). On the relation between the mind and the brain: a neuroscience perspective. *Philosophia Scientiae*, 17 (2).
- Rovelli, C. (2013). Free will, determinism, quantum theory and statistical fluctuations: a physicist's take. Edge Foundation Page.
- Rubia, F. J. (2012). La ficción de la libertad. Conferencia en el *Congreso Internacional de*

- Bioética*. Valencia.
- Russo, F. (2013). Sufrimiento e identidad personal. En *El sentido del vivir en el morir*. Roqué, M. V. y López, J., Coords. Pamplona: Aranzadi.
- Sanmartín Arce, R. (2010). *Imágenes de la libertad y figuración antropológica en el horizonte de nuestra época*. Madrid: Real Academia de Ciencias Morales y Políticas.
- Sanders, R. B. et al. (2012). Unresponsiveness \neq Unconsciousness. *American Society of Anesthesiologists*, 116.
- Schlitz, M. et al. (2008). *Living deeply: The art and science of transformation*. Berkeley: New Harbinger Publications.
- Schwägerl, C. (2014). Neurojusticia. *GEO*, 322.
- Searle, J. (2013). Theory of mind and Darwin's legacy. *PNAS*, 110 (suppl. 2).
- Segura, A. (2013). *Homo multidimensional. Introducción a la neuroantropología*. Granada: Comares.
- Sejnowski, T. J.; Koch, C. y Churland, P. S. (1988). Computational Neuroscience. *Science*, 241(4871).
- Sekar, K.; Findley, M. y Llinás, R. R. (2012). Evidence for an all-or-none perceptual response: single-trial analyses of magnetoencephalography signals indicate an abrupt transition between visual perception and its absence. *Neuroscience*, 206.
- Seung, S. y Yuste, T. (2013). Neural networks. En *Principles of neural science*. Kandel, E. R. et al. New York: McGraw-Hill.
- Shen, E. H. et al. (2012). The Allen Human Brain Atlas. Comprehensive gene expression mapping of the human brain. *Trends in Neurosciences*, 35 (12).
- Shepherd, G. M. (2010). Theoretical neuroscience: the brain as a computer and the computer as a brain. En *Creating modern Neuroscience: The revolutionary 1950's*. Shepherd, G. M., Ed. Oxford: Oxford University Press.
- Sherrington, C. S. (1963). *Man on his nature: the Gifford lectures. Edinburgh, 1937-8*. Cambridge: The University Press.
- Shinya, H. (2011). *The microbe factor: your innate immunity and the coming health revolution*. New York: Millichap Books.
- Shulman, R. G. (2013). *Brain imaging. What it can (and cannot) tell us about consciousness*. Oxford: Oxford University Press.
- Singer, W. (2005). Das Gehirn – ein Orchester ohne Dirigent. *Maxplanck Forschung*, 2.
- Singer, W. (2006). *Vom Gehirn zum Bewusstsein*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Solymosi, T. (2013). Cooking up consciousness. *Contemporary Pragmatism*, 10 (2).
- Soon, C. S. et al. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11 (5).
- Stillman, T. F. et al. (2011). Free will in everyday life: Autobiographical accounts of free and unfree actions. *Philosophical Psychology*, 24 (3).
- Shkurko, Y. S. (2013). The compatibility between sociological and cognitive neuroscientific ideas on consciousness: is a neurosociology of consciousness possible? *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 47 (1).

- Suthana, N. y Fried, I. (2012). Percepts to recollections: insights from single neuron recordings in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 56 (8).
- Swaab, D. (2014). *Somos nuestro cerebro. Cómo pensamos, sufrimos y amamos*. Barcelona: Plataforma.
- Tallis, R. (2011). *Aping mankind: neuromania, darwinitis and the misrepresentation of humanity*. Durham: Acumen.
- Thagard, P. (2012). Cognitive architectures. En *The Cambridge handbook of cognitive science*. Frankish, K. y Ramsey, W. M., Eds. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tattersall, J. (2012). *Masters of the planet: the search for our origins*. New York: Palgrave Macmillan.
- Tononi, G. (2012). Integrated information theory of consciousness: an updated account. *Arch. Ital. Biol.*, 150 (4).
- Uithol, S. et al. (2014). Why we may not find intentions in the brain. *Neuropsychologia*, 56.
- Vihvelin, K. (2013). Free will demystified: a dispositional account. En *The philosophy of free will: essential readings from the contemporary debates*. Russell, P. y Deery, O., Eds. Oxford: Oxford University Press.
- Vincent, J-D. y Lledo, P-M. (2012). *Le cerveau sur mesure*. Paris: Odile Jacob.
- Voss, U. et al. (2013). Measuring consciousness in dreams: The lucidity and consciousness in dreams scale. *Consciousness and Cognition*, 22.
- Van Essen, D. C. et al. (2013). The WU-Minn Human Connectome Project: An overview. *Neuroimage*, 80.
- Vidal, F. (2009). Brainhood, anthropological figure of modernity. *History of the Human Sciences*, 22 (1).
- Wegner, D.M. (2002). *The illusion of conscious will*. Cambridge: The MIT Press.
- Weisberg, M. (2013). *Simulation and similarity*. Oxford: Oxford University Press.
- Whitehead, C. (2012). Why the behavioural sciences need the concept of the culture-ready brain. *Anthropological Theory*, 12 (1).
- Williams, S. J. et al. (2012). Neuroculture, active ageing and the 'older brain': problems, promises and prospects. *Sociology of Health and Illness*, 34 (1).
- Yuste, R. (2010). *Dendritic spines*. Cambridge: The MIT Press.
- Zeman, A. y Coebergh, J, A. (2013). The nature of consciousness. *Handbook of Clinical Neurology*, 118.