

CEREBRO Y ALMA: NUEVAS FORMAS DE MIRAR A UN VIEJO PROBLEMA

José Manuel Giménez Amaya
Grupo de Investigación Ciencia, Razón y Fe,
Universidad de Navarra, Pamplona (Navarra, España)

Breve CV

José Manuel Giménez Amaya es profesor ordinario de Ciencia, Razón y Fe y director del Grupo de Investigación Ciencia, Razón y Fe de la Universidad de Navarra. Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad Autónoma de Madrid, donde también ha sido catedrático de Anatomía y Embriología en su Facultad de Medicina. Doctor en Filosofía por la Universidad de Navarra. Ha sido profesor visitante de Neurociencia en las siguientes instituciones extranjeras: Massachusetts Institute of Technology, Rochester University Medical School y University of California at San Diego, en Estados Unidos; Aarhus Universitet, en Dinamarca; y Heidelberg Universität, en Alemania.

Abstract

The main ideas that I would like to transmit in my chapter are as follows:

1. The neuroscience is a biological discipline, which was aimed in its foundation as an interdisciplinary common research. That is, in my opinion, the main reason for showing a great ability of growing in knowledge integration as we have seen and experienced in the last forty years.
2. However, one of the most remarkable hints in this integrative development could be summarized in the following question: why the humanities studies have recently been of great interest for the neuroscience itself?

3. To answer this crucial interdisciplinary enquiry, I will try to give you an idea about how difficult has been for this neurobiological discipline to fully develop an explanation of the human being as a whole from the unique perspective of the functioning of the nervous system.
4. In a final approach and in contrast with the above-mentioned in n. 3, I will attempt to illustrate how coherent and consistent are the recent neurobiological discoveries (specially related to the field of the systems neurobiology) and the anthropological view of the aristotelian-thomistic philosophical tradition.

Palabras clave

Cerebro, Alma, Neurociencia, Sentidos internos, Aristóteles, Tomás de Aquino, Problema mente-cerebro.

NACIMIENTO INTERDISCIPLINAR DE LA NEUROCIENCIA

La Neurociencia ha experimentado un enorme desarrollo en la segunda mitad del siglo pasado y en la primera década del siglo XXI, que la ha convertido en una de las disciplinas biomédicas de mayor relevancia e interés en la actualidad. Esto ha sido posible, junto con otros factores, debido al impacto de las enfermedades del sistema nervioso en las sociedades occidentales además de a un creciente interés por preguntas antropológicas profundas sobre el hombre y su relación con los demás. Es indudable que el incremento de pacientes que sufren accidentes cerebrovasculares, procesos neurodegenerativos –como la enfermedad de Alzheimer o la enfermedad de Parkinson–, o trastornos psiquiátricos –como la depresión, la esquizofrenia o las alteraciones psicopáticas, por citar solo algunos–, han llevado a las autoridades sanitarias a multiplicar los medios materiales dedicados a la investigación del cerebro y de sus alteraciones (Giménez Amaya y Murillo, 2007; Giménez Amaya y Sánchez-Migallón, 2010).

Desde su origen, la Neurociencia se ha caracterizado por un marcado enfoque interdisciplinar de todas aquellas ciencias dedicadas al estudio del sistema nervioso normal y patológico. Esta interdisciplinariedad, con la que se intentó aunar en un primer momento el trabajo de científicos básicos y clínicos, se puso especialmente de manifiesto en la década de los años sesenta y principios de los setenta del siglo XX, con iniciativas como la fundación de la *Internacional*

Brain Research Organization (IBRO), la implantación del programa docente de esta disciplina *Neuroscience Research Program* en el *Massachusetts Institute of Technology* en Cambridge (Massachusetts, Estados Unidos) o la creación de la *Society for Neuroscience*, también en los Estados Unidos (Rosell *et al.*, 1998; Illes and Bird, 2006).

Otro importante factor del desarrollo interdisciplinar de la Neurociencia, que además se ha ido prolongando a lo largo de las últimas décadas, se ha desarrollado en la Universidad de Columbia en la ciudad de Nueva York. En el Departamento de Psiquiatría, y bajo el liderazgo del premio Nobel en Fisiología o Medicina en el año 2000, Eric Kandel, se inició una docencia interdisciplinar que culminó con la publicación de una serie de libros de texto sobre el estudio de la ciencia neural basados también en una perspectiva integradora de la docencia neurobiológica (Kandel and Schwartz, 1981, 1985; Martin, 1989; Kandel *et al.* 1991, 1995, 2000). Estos textos neurocientíficos han sido de referencia en el estudio de la Neurociencia en universidades y centros de investigación. El enfoque docente interdisciplinar se debía, en gran medida, a la trayectoria personal y profesional del profesor Kandel. Con un gran interés humanista, realizó sus estudios de pregrado en Historia en la Universidad de Harvard, para después empezar los estudios de Medicina en la Facultad de Medicina de la Universidad de Nueva York. Después de su graduación y tras realizar varios estudios posdoctorales en Neurofisiología y Psiquiatría, tanto en Estados Unidos como en Francia, obtuvo una plaza de profesor en el Departamento de Fisiología y Psiquiatría de la Universidad de Nueva York. Desde 1974 trabaja en la Universidad de Columbia, en Nueva York, y ha logrado rodearse de valiosas figuras de la Neurobiología de aquella época e iniciar la División de Neurobiología y Conducta de dicha universidad. Este y otros departamentos de Neurobiología, que también comenzaban su andadura en los Estados Unidos, hicieron posible que la Neurociencia diese un impulso muy notable en las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado. Un ejemplo claro de este desarrollo fue la concesión del premio Nobel en Fisiología o Medicina, en 1981, a tres conocidos neurocientíficos: Robert Sperry, de la Universidad de California (en Los Ángeles) y David Hubel y Torsten Wiesel, del Departamento de Neurobiología de la Universidad de Harvard.

La inspiración común de todos estos proyectos que hemos destacado era la convicción en que una profunda cooperación de los diversos puntos de vista científicos podía espolear el progreso del conocimiento biológico y médico de una estructura tan compleja como el sistema nervioso. El impresionante creci-

miento experimentado por la investigación neurobiológica en estos últimos sesenta años ha demostrado que, como estrategia global para resolver un problema científico de grandes dimensiones, este planteamiento ha sido muy útil; probablemente, uno de los mejores posibles (Rosell *et al.*, 1998).

¿POR QUÉ LA INTERACCIÓN CON LOS ESTUDIOS HUMANÍSTICOS?

Sin embargo, la Neurociencia no solo se ha concentrado en una búsqueda interdisciplinar dentro de las propias materias biológicas o experimentales. También hay indicios suficientes para poder pensar que su interés se ha abierto a disciplinas humanísticas. ¿Cómo ha sido esto? Me gustaría contestar a esta pregunta destacando tres hechos históricos de relevancia para el propósito de esta contribución.

El primero más que responder directamente a la pregunta, enmarca la importancia de la misma. Se desarrolla en la década de los 80 del siglo pasado en la Universidad de California (San Diego), donde se realiza el primer nombramiento de una profesora en el Departamento de Filosofía que también era Adjunct Professor del Salk Institute de investigación biológica, Patricia (Smith) Churchland. En nuestra opinión, esta designación ha tenido una importancia grande por tres motivos. En primer lugar, porque así se contempla en el diálogo interdisciplinar las materias tradicionalmente denominadas sapienciales, como es el caso de la Filosofía. Segundo, porque ello supone reconocer que estas últimas podían representar una ayuda en la comprensión de las ciencias experimentales, para tratar de resolver los grandes retos que encontraba la Neurociencia en el estudio de las llamadas relaciones mente-cerebro. Tercero, porque nos adentramos en una interdisciplinaridad de la Neurociencia para abordar cuestiones referidas al modo según el cual entendemos realmente al ser humano. No es fácil imaginar ahora alguna otra disciplina biológica experimental que, dentro de su campo de acción y de trabajo, pudiera intentar tal diálogo para aspirar dar respuesta a problemas tan profundos (Giménez Amaya y Sánchez-Migallón, 2010). Los dos hechos históricos que siguen a continuación en este apartado enmarcan muy directamente lo que acabamos de señalar en este párrafo.

El 17 de julio de 1990, el entonces Presidente de los Estados Unidos hizo una comunicación para anunciar que los años que van de 1990 hasta el año 2000 serían lo que se denominó como la “década del cerebro” (Giménez Amaya

y Sánchez-Migallón, 2010). En este comunicado escrito, el mandatario norteamericano destacaba la importancia que tenía el estudio del cerebro para la lucha contra enfermedades nerviosas, que representan un auténtico drama para la humanidad. Es interesante destacar que también se señalaba que estas investigaciones podrían jugar un papel importante en un conocimiento mejor del ser humano y, de esta manera, en la mejora de sus condiciones de vida.

Esta iniciativa del Presidente norteamericano se dirigía a la Library of Congress y al National Institute of Mental Health, perteneciente a los National Institutes of Health del Gobierno norteamericano, y pretendía sumar esfuerzos políticos, sociales y económicos para el desarrollo de la investigación neurocientífica. Todo ello ha influido en que en nuestra disciplina haya habido un desarrollo tecnológico de gran envergadura. Estos logros se pueden resumir en dos grandes aspectos. Dos consideraciones al respecto. En primer lugar, esta declaración coincidió con el crecimiento y desarrollo de las técnicas de neuroimagen que hemos señalado anteriormente. Así, la investigación que mostraba el cerebro humano funcionando *in vivo* experimentó un gran impulso. En segundo lugar, la fuerza mediática de la declaración del Presidente de los Estados Unidos confirió a la Neurociencia un prestigio y reconocimiento en los medios de comunicación social como quizá ninguna otra disciplina científica haya tenido en la historia de la Ciencia experimental.

De esta manera, cuando en el año 2003 los profesores Paul Lauterbur de la Universidad de Illinois en Estados Unidos y Peter Mansfield de la Universidad de Nottingham en Inglaterra recibieron el premio Nobel en Fisiología o Medicina por sus descubrimientos sobre la resonancia magnética –resonancia de los átomos de hidrógeno cuando son bombardeados con ondas electromagnéticas desde un imán– y su aplicación en la obtención de imágenes médicas, era ya casi un lugar común referirse al impresionante avance que habían experimentado los métodos de diagnóstico médico y de investigación en los últimos años gracias a estas nuevas tecnologías. En lo que concierne a las imágenes obtenidas del sistema nervioso central, la introducción de la llamada Resonancia Magnética Funcional, que permite detectar los cambios en la distribución del flujo sanguíneo cuando el individuo desarrolla determinadas tareas sensoriales o motoras, o en distintos paradigmas cognitivos, emocionales o de motivación, también ha favorecido mucho el estudio cerebral en el individuo sano o en enfermos. Estas técnicas, junto a otras como la tomografía con emisión de positrones –denominado coloquialmente con las siglas en inglés “PET”, *Positron Emission*

Tomography– y la magnetoencefalografía, han sido las causantes de que la investigación en neuroimagen sea ahora ya una de las pioneras en los estudios neurobiológicos de los últimos años (Giménez Amaya y Murillo, 2007; Giménez Amaya y Sánchez-Migallón).

El tercer hecho es el desarrollo de la Psiquiatría en los últimos decenios en el seno de la investigación neurocientífica. Los trastornos mentales suponen un azote dramático en el mundo contemporáneo y así es percibido por todos. Según datos de los National Institutes of Health del Gobierno de los Estados Unidos, existen aproximadamente más de 20 millones de norteamericanos con trastornos depresivos y dos millones que padecen esquizofrenia. Parece lógico, por tanto, que la Neurociencia se ocupe cada vez más del estudio de estas enfermedades. En los últimos congresos de la Society for Neuroscience americana, los trabajos relacionados con los trastornos psiquiátricos se están multiplicando exponencialmente. A esto hay que sumar también que la Psiquiatría está experimentando una transformación profunda en estos años. Esta disciplina médica ha reenfocado su trabajo con una aplicación e investigación neurobiológica cada vez más profunda y operativa.

Quizá conviene primero que hagamos una breve historia reciente de la investigación en Psiquiatría para favorecer la contextualización del lector con lo que venimos argumentando. No es exagerado decir que el descubrimiento de la psicofarmacología hacia la mitad del siglo XX representa otra piedra miliar en el estudio del cerebro, especialmente de los trastornos mentales. Hasta 1950 no existía una terapia efectiva para tratar una de las enfermedades mentales más devastadoras: la esquizofrenia. El primer fármaco que resultó útil para este propósito fue la clorpromacina descubierta por el neurocirujano francés Henri Laborit. Este pensó que la ansiedad que sufrían sus pacientes antes de la cirugía se debía a la liberación masiva de la sustancia histamina, lo que también tenía el efecto adverso de interferir con la anestesia y provocar, en ocasiones, una muerte súbita. Para bloquear la liberación de esta sustancia probó varios antihistamínicos intentando encontrar uno que calmase a los enfermos. Descubrió, tras varios intentos, que la clorpromacina era el mejor. Y con ello empezó a pensar que esa acción sedante de este compuesto podría ser también útil en algunos trastornos psiquiátricos. En 1952, esta idea de Laborit fue indagada por dos investigadores: Jean Delay y Pierre Deniker, que descubrieron que la clorpromacina en dosis altas puede ser muy eficaz para calmar a personas con sintomatología esquizofrénica o maniaca depresiva, que se muestran agitados y agresivos. En 1964, tras

años de estudio, quedó claro que esta última sustancia, y otros compuestos de la familia de las fenotiazinas, tenían efectos específicos sobre la sintomatología psicótica. Estos fármacos mitigaban o abolían los delirios, las alucinaciones y algunos tipos de pensamientos complejos y desorganizados; y, además, si se mantenía esta medicación durante la remisión de la sintomatología psicótica, la recaída de los enfermos se reducía significativamente. La terapia antipsicótica había entrado en la historia de la psiquiatría, revolucionando de forma radical esta especialidad médica y poniéndola en una relación íntima con las investigaciones cerebrales (Giménez Amaya y Murillo, 2007).

Es claro, por tanto, que la psicofarmacología y el desarrollo de una psicoterapia mucho más ligada a la neurobiología cerebral y a la neuroimagen han configurado una visión de la Psiquiatría como disciplina crucial en el estudio del cerebro humano: cómo es, cómo funciona, cómo enferma y cómo sana.

Como conclusión en este apartado se puede decir que las investigaciones en Neurociencia se han abierto a colaborar en el abordaje de estudios interdisciplinarios más ambiciosos. Sin embargo, esto ha provocado también tres tipos de problemas que inciden directamente en el desarrollo de la propia ciencia neural.

Primero, tratar en el seno de esta disciplina neurobiológica con un grupo de neurocientíficos que intentan resolver o investigar el gran problema mente-cerebro desde un punto de vista reduccionista exclusivamente. Para estos investigadores lo único que cuenta es la biología, de tal manera que niegan, de facto, que el problema exista en cuanto tal y, consiguientemente, el trabajo interdisciplinario necesario con las materias sapienciales para avanzar en estas investigaciones. Como no existe un problema tal que necesite esa interdisciplinaridad, habría que concentrarse en las investigaciones propiamente inherentes a la Neurociencia.

Segundo, ha puesto de manifiesto la propia crisis en la que se encuentran las investigaciones neurocientíficas consideradas en sí mismas. Intentaré explicarme mejor. En el desarrollo de la propia ciencia neural se está produciendo un hiato cada vez más amplio entre la “particularidad” de investigaciones concretas y limitadas de los diferentes componentes del sistema nervioso, y la ausencia de trabajos “sistémicos” u “holísticos” que ayuden a entender de forma coherente el funcionamiento global del cerebro. Al faltar un entendimiento profundo de una denominada “neurobiología de sistemas”, los resultados que se obtienen, por ejemplo, con las técnicas de neuroimagen, están produciendo muchas veces perplejidad o confusión. Y este desconcierto se traslada a la opinión pública a través

de una divulgación deficiente y una comprensión “anárquica” y muy parcelada de la estructura y funcionamiento del sistema nervioso. No es el momento de extenderse más, pero recomiendo para profundizar más en todo esto, la lectura atenta del obituario del profesor del Massachusetts Institute of Technology Walle Nauta, quizá uno de los mejores neuroanatomistas de toda la historia de la Neurociencia, que hizo en el año 2006 para la National Academy of Sciences de los Estados Unidos el conocido neurocientífico, recientemente fallecido, Edward Jones (Jones, 2006; De Felipe y Sotelo, 2011).

Tercero, plantea en su radicalidad qué se entiende por interdisciplinaridad. El nacimiento interdisciplinar de la Neurociencia en los años 60 del siglo pasado se fundaba en el conocimiento “compartido” de distintas disciplinas biológicas relacionadas con el estudio del sistema nervioso. Cuando nos adentramos en una interdisciplinaridad entre ciencia experimental y materias sapienciales, las cosas se complican notoriamente: lenguaje y conceptos fluyen por caudales de diferentes tradiciones de aproximación e investigación de la realidad. Muchos pensamos que para la Neurociencia es éste un camino que debe tomar si quiere, de verdad, fundamentar sólidamente sus investigaciones en el ser humano. Las enfermedades psiquiátricas no han hecho sino reclamar esto con más urgencia (Giménez Amaya y Murillo, 2009; Giménez Amaya, 2010). Cuando vemos que alteraciones sinápticas o drogas que modifican receptores y/o neurotransmisores producen cambios de conducta tan sobresalientes, uno no puede dejar de preguntarse por cuestiones verdaderamente nucleares del conocimiento del ser humano como son, por ejemplo, las ya mencionadas relaciones entre mente y cerebro (o cerebro y alma). Una respuesta simple que indique que todo en el hombre es su cerebro, además de reclamar ya de por sí una lectura atenta de la historia del pensamiento en los últimos 25 siglos, se desentiende de una observación penetrante y atenta de lo más característico del hombre y de aquello que nos diferencia del resto de los animales (Spaemann, 2000; Rodríguez Duplá, 2002). De ahí el reto importante y profundo que tiene la Neurociencia en los próximos años, para aunar esfuerzos interdisciplinares con otras ramas del saber más sapienciales, que se antojan necesarias para integrar en un marco de conocimiento más adecuado y conceptual los resultados que van proporcionando la investigaciones en el sistema nervioso normal y patológico.

Desde esta última perspectiva, todo apunta a que uno de los escollos con los que desde el punto de vista biológico se enfrenta la Neurociencia es explicar el funcionamiento global del cerebro. Aunque es un tema en el que se intenta avan-

zar con experimentos muy novedosos y originales, existen muchas preguntas e interrogantes sin contestar (Battaglia y McNaughton, 2011). Hagamos un breve comentario al tema en la siguiente sección de nuestra contribución.

DIFICULTADES PARA ANALIZAR EL FUNCIONAMIENTO GLOBAL DEL CEREBRO

Ya hemos incoado previamente que uno de los grandes problemas que tiene planteada la Neurociencia en la actualidad es la falta de respuestas concretas a estas preguntas experimentales: ¿Existe evidencia científica experimental de cómo funciona el cerebro de forma conjunta y de manera unitaria en los procesos cognitivos? O esta otra: ¿Existe evidencia científica experimental de cómo funciona el cerebro de forma conjunta y de manera unitaria en los procesos afectivo-emocionales y de memoria? (Giménez Amaya y Murillo, 2009).

La búsqueda de patrones de activación a nivel de sistemas o redes neuronales que proporcionen una imagen clara de cómo funciona el sistema nervioso en su conjunto, especialmente en sus porciones encefálicas, es una de las investigaciones clave hoy en día. Estos estudios de redes neuronales se fundamentan, en última instancia, en la coordinación e integración efectiva de una gran cantidad de conexiones e interacciones celulares.

El modelo de funcionamiento del sistema nervioso central de acuerdo a estas redes neuronales, especialmente en sus porciones encefálicas, pretende entender mejor las respuestas nerviosas y la posibilidad de replicar tales circuitos de forma artificial para simular operaciones neurobiológicas y comprender así el funcionamiento interno de nuestro cerebro. De forma general, se presupone que estas redes tendrían una capacidad de dar una respuesta generalizada, y su funcionamiento reforzaría su estabilidad y firmeza en el tiempo. Las redes más complejas serían las que se establecen a nivel de la corteza cerebral asociativa (multimodal), donde se pueden detectar varias características especiales que indican, por sí mismas, la extraordinaria complejidad del cerebro humano. Ejemplos de esta complejidad serían: el procesamiento de la información nerviosa de forma bidireccional; la existencia de puntos nodales o lugares estratégicos de la red que son de gran importancia para establecer los patrones específicos de la respuesta nerviosa de la red en conjunto; la presencia de actividad “vicaria” entre los distintos elementos de las diferentes redes corticales, que podrían suplir lo que, por lesiones u otras causas, otros no están en condición de llevar a cabo; y, por último, las

uniones que se pueden establecer con estructuras subcorticales como el tálamo o los ganglios basales, que podrían hacer más completa y estable la comunicación cortico-cortical y el funcionamiento global de todo el sistema encefálico (Giménez Amaya, 1991; Reinoso-Suárez, 1984; Fuster, 1999; Giménez Amaya, 2008; Giménez Amaya y Murillo, 2009).

Existen dos sistemas que han sido estudiados en profundidad en los últimos años, con la esperanza de obtener la ansiada visión del funcionamiento global del cerebro: la percepción sensorial (unificada) y la organización neurobiológica de la emoción y su relación con la percepción y la acción. Hagamos algunas consideraciones neurobiológicas sobre cada uno de ellos.

Uno de los grandes retos de la neurobiología de la percepción sensorial ha sido la búsqueda de redes neuronales que permitan constituir unitariamente de forma efectiva los procesos perceptivos; y también su integración con la información emocional del llamado sistema límbico o con los circuitos de memoria. Durante mucho tiempo esa búsqueda se ha referido a las cortezas asociativas multimodales de los lóbulos temporal (información visual y auditiva), parietal (información visual y somatosensorial) o prefrontal, estas últimas para la organización de la respuesta motora ya que representa el escalón jerárquico neurobiológico más elevado para establecer los patrones de actuación futura de nuestra conducta. Hoy en día, cada vez se da más valor a la integración de estas redes corticales con otras subcorticales. Este acoplamiento al parecer podría jugar un gran papel en la dotación de contenido emocional a todas esas percepciones, y a su ulterior almacenamiento cerebral más efectivo (Summerfield *et al.*, 2006; Ledo-Varela *et al.*, 2007; Gao *et al.*, 2011; Harsay *et al.*, 2011; Rahnev *et al.*, 2011).

El segundo aspecto, como se ha visto en el párrafo anterior, está muy ligado al primero. Todo parece indicar que el sistema límbico puede considerarse como un gran molde unificador de una información nerviosa muy variada y que es crucial para establecer los patrones motores de nuestra acción. Pero no podemos afirmar que sea el sistema límbico únicamente el que controla nuestra conducta. Si, por un momento, aceptamos que la experiencia sensible es la única fuente de las acciones humanas, con ella, es cierto, podemos obtener muchos datos: cómo es la acción, a quién debe imputarse, qué efectos secundarios tiene o con qué frecuencia se realiza; pero es imposible que nos ofrezca otros detalles de la máxima importancia como son la calidad moral de esa conducta, pues, como muy bien señala Rodríguez Duplá (2001), “la rectitud o la fealdad, la bondad o la vileza no

la capta la vista ni el oído ni el tacto”. El sistema límbico no es la “piedra filosofal” neurobiológica que estábamos buscando; por ello, el estudio exclusivamente biológico del cerebro no tiene la última palabra.

A pesar de estos estudios sobre redes neuronales y del análisis de la valoración global de la totalidad de las conexiones neuronales, hoy en día no se ofrecen respuestas convincentes a las preguntas que nos hacíamos al iniciar este epígrafe. Esta conclusión es de gran importancia para nuestro tema porque nos presenta un funcionamiento cerebral que, de alguna manera, se escapa a una consideración unívoca y directamente causal entre la actividad cognitiva y la activación concreta y precisa de zonas cerebrales. En otras palabras, no parece que estemos en condiciones de identificar de manera precisa la actividad global y unitaria del conocimiento humano con los procesos biológicos que tienen lugar en nuestro sistema nervioso.

PROPUESTA DE ESTUDIO INTERDISCIPLINAR

Ante este recorrido final sobre las posibilidades fallidas que nos ofrece el análisis de la Neurociencia en la búsqueda de un funcionamiento global de nuestro sistema nervioso central, es quizá el momento de plantear, de manera sucinta, un ejemplo sencillo de trabajo interdisciplinar que podría ser de ayuda. Es esto precisamente a lo que dedicaremos la última parte de esta contribución.

Para ello proponemos acudir al concepto de “sentido interno” que nos proporciona la tradición filosófica aristotélico-tomista (Lombo y Russo, 2005). Como es sabido, los sentidos externos conocen a partir de una serie de estímulos externos que son recogidos por los órganos correspondientes. Sin embargo, la sensibilidad requiere la capacidad de conocer realidades ausentes. Sin esta capacidad, el animal superior no podría emprender movimientos de búsqueda. Luego son precisas facultades que conserven y puedan reactualizar experiencias anteriores (Fernández Burillo, 2009). Y es aquí donde nos encontramos los sentidos internos. La sensibilidad interna elabora los datos de los sentidos externos para adquirir una información que permita una conducta compleja, estratégica y sostenible (Lombo y Giménez Amaya, 2012). Ello nos permite, al menos, trabajar con un nuevo punto de vista en la búsqueda de esa unidad de la percepción y de su integración con la emoción y la memoria que se nos escapaba cuando lo hacíamos solo desde el punto de vista neurobiológico.

Los sentidos internos nos hablan de síntesis y unidad en el análisis de la información sensorial (algo que estamos buscando en nuestro análisis neurobiológico del funcionamiento global del cerebro); el conocimiento cuanto más cercano a la experiencia externa es más disgregado y analítico. La clasificación de los sentidos internos es también de gran ayuda para nuestro propósito: pueden distinguirse en formales (o descriptivos) e intencionales (o valutativos); y además como captadores o bien conservadores de lo conocido. Tenemos por tanto cuatro sentidos internos: sentido común (formal-captador), imaginación (formal-conservador), estimativa (intencional-captador) y memoria (intencional-conservador) (Lombo y Giménez Amaya, 2012).

Lo interesante de analizar los sentidos internos, y el porqué de su mención en este momento, es ver que tenemos desde esa perspectiva un correlato muy certero con los descubrimientos neurocientíficos que se han ido obteniendo en los últimos tiempos. Estudios de neurobiología cognitiva, que han utilizado sobre todo técnicas de imagen cerebral, han ilustrado claramente muchas de las funciones asignadas a estos sentidos internos. Así, desde el punto de vista neurobiológico, los sentidos internos formales estarían muy relacionados con la percepción cortical que se establece en las cortezas sensoriales primarias, y en su ulterior procesamiento por las cortezas asociativas unimodales y multimodales. Para los sentidos internos intencionales es preciso que se pongan en juego las otras redes corticales que implican estructuras mnésicas (por ejemplo, la corteza de la formación del hipocampo del lóbulo temporal y sus redes corticales asociadas), y otras estructuras relacionadas con el ya mencionado sistema límbico y la correspondiente integración de la emoción.

Alguien podría pensar que lo mencionado sobre los sentidos internos no nos habla nada del tema de esta comunicación: las relaciones entre el cerebro y el alma. Pero esto podría ser un juicio algo precipitado. En mi opinión, nos dice mucho, ya que en el fondo nuestra base biológica cognitiva –perceptiva y emocional– se adecua muy bien con la definición y descripción de los sentidos internos. Además, desde esta atalaya interdisciplinar es mucho más fácil interpretar los resultados obtenidos con las técnicas de neuroimagen, y establecer unos recursos filosóficos y neurobiológicos que permitan estudiar el funcionamiento global de nuestro sistema nervioso y analizar con más profundidad las relaciones entre estos sentidos internos y las facultades superiores del hombre, su intelecto y su voluntad, su pensar y actuar. Y también cómo afecta a estas facultades su-

periores del ser humano las alteraciones de estos sentidos internos, tal y como se puede ver en las enfermedades mentales o neurodegenerativas.

Es solo una consideración muy sucinta, pero, como se puede ver, recurrir a la interdisciplinariedad con la filosofía no es solo recomendable sino muy deseable para resolver problemas neurobiológicos de gran envergadura.

CONSIDERACIONES FINALES

En esta breve contribución se ha pretendido abordar el estudio de las relaciones entre cerebro-alma (o mente-cerebro, si se quiere decir quizá con una nomenclatura más conocida) desde una perspectiva histórico-genética, que toma como punto de anclaje central el gran desarrollo interdisciplinar de la Neurociencia en los años 60 del siglo pasado. Se ha buscado mostrar como, a partir de ese logro de una interdisciplinariedad biológica, se ha conseguido profundizar científicamente en el conocimiento del sistema nervioso normal y patológico de una manera muy amplia y certera. Sin embargo, nos ha parecido importante recalcar también que la propia tecnología utilizada para investigar los fundamentos neurobiológicos del ser humano y los estudios de las enfermedades mentales ha propiciado, a su vez, que esta disciplina biológica se encuentre con preguntas que no es capaz de responder o entender por sí misma. De ahí que esté ahora en unas condiciones inmejorables para desarrollar otra interdisciplinariedad mucho más profunda que incluya a las disciplinas sapienciales, muy prominentemente a la Filosofía.

REFERENCIAS

- Battaglia, F. P., McNaughton,, B. L. (2011).** Polyrhythms of the brain. *Neuron* 72: 6-8.
- De Felipe, J., Sotelo, C. (2011).** Goodbye Ted (an obituary for Edward G. Jones). *Frontiers in Neuroanatomy* 5: doi: 10.3389/fnana.2011.00044.
- Fernández Burillo, S. (2009).** *Curso de Filosofía Elemental*. Salamanca: Ediciones Arvo. Consultado el 27 de marzo de 2012 en <http://www.arvo.net> (Filosofía).
- Fuster, J. M. (1999).** *Memory in the Cerebral Cortex. An Empirical Approach to Neural Networks in the Human and Nonhuman Primate*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.

- Gao, W., Gilmore, J. H., Giovanello, K. S., Smith, J. K., Shen, D., Zhu, H., Lin, W. (2011). Temporal and spacial evolution of brain network topology during the first two years of life. *PLoS ONE* 6(9): e25278. doi:10.1371/journal.pone.0025278.
- Giménez Amaya, J. M. (1991). The association cortex and the basal ganglia: a neuroanatomical view upon their relationship based on hodological studies. *Journal für Hirnforschung* 32: 501-510.
- Giménez Amaya, J. M. (2008). Anatomía química del tálamo en la esquizofrenia. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina* 125: 179-191.
- Giménez Amaya, J. M. (2009). La señalización celular en la esquizofrenia. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia* 34: 391-415.
- Giménez Amaya, J. M. (2010). ¿Dios en el cerebro? La experiencia religiosa desde la neurociencia. *Scripta Theologica* 42: 435-449.
- Giménez Amaya, J. M., Murillo, J. I. (2007). Mente y cerebro en la neurociencia contemporánea. Una aproximación a su estudio interdisciplinar. *Scripta Theologica* 39: 607-635.
- Giménez Amaya, J. M., Murillo, J. I. (2009). Neurociencia y libertad: una aproximación interdisciplinar. *Scripta Theologica* 41: 13-46
- Giménez Amaya, J. M., Sánchez Migallón, S. (2010). De la Neurociencia a la Neuroética. Narrativa científica y reflexión filosófica. Pamplona: EUNSA.
- Harsay, H. A., Cohen, M. X., Oosterhof, N. N., Forstmann, B. U., Mars, R. B., Ridderinkhof, K. R. (2011). Functional Connectivity of the Striatum Links Motivation to Action Control in Humans. *The Journal of Neuroscience* 31:10701-10711.
- Illes, J., Bird, S. J. (2006). Neuroethics: a modern context for ethics in neuroscience. *Trends of Neurosciences* 29: 511-517.
- Jones, E. G. (2006). Walle J. H. Nauta (1916-1994). *Biographical Memoirs of the National Academy of Sciences* 88: 1-21.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. (1981). *Principles of Neural Science*. New York: Elsevier.

- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. (1985).** Principles of Neural Science. New York: Elsevier.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (1991).** Principles of Neural Science. New York: Elsevier.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (1995).** Essentials of Neural Science and Behavior. Norwalk: Appleton & Lange.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (2000).** Principles of Neural Science. New York: McGraw Hill.
- Ledo-Varela, M. T., Giménez-Amaya, J. M., Llamas, A. (2007).** El complejo amigdalino humano y su implicación en trastornos psiquiátricos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 30: 61-74.
- Lombo, J. A., Russo, F. (2005).** Antropología Filosófica. Roma: Università della Santa Croce.
- Lombo, J. A., Giménez Amaya, J. M. (2012).** Unidad de la persona. Aproximación antropológica desde la filosofía y la neurociencia. Pamplona: EUNSA (en preparación).
- Martin, J. H. (1989).** Neuroanatomy. Text and Atlas. New York: Elsevier.
- Rahnev, D., Lau, H., de Lang, F. P. (2011).** Prior Expectation Modulates the Interaction between Sensory and Prefrontal Regions in the Human Brain. *The Journal of Neuroscience* 31: 10741-10748.
- Reinoso-Suárez, F. (1984).** Connectional patterns in parieto-temporo-occipital association cortex of the feline cerebral cortex. En: Reinoso-Suárez, F. y Ajmone-Marsan, C., eds. *Cortical integration: Basic, archicortical and cortical association levels of neural integration*. New York: IBRO Monograph Series, Raven Press, pp. 255-278.
- Rodríguez Duplá, L. (2001).** Ética, Madrid: BAC, p. 73.
- Rodríguez Duplá, L. (2002).** Los fundamentos del ser social. En: Pérez de Laborda, A., ed. *Dios para pensar*. Madrid: Publicaciones de la Facultad de Teología San Dámaso, pp. 49-69.
- Rosell, A., de las Heras, S., J.M. Giménez-Amaya, J. M. (1998).** Neurociencia: ejemplo del abordaje multidisciplinar como estrategia eficaz en la investigación científica. *Revista de Neurología* 27: 1071-1073.

Spaemann, R. (2000). *Personas. Acerca de la distinción entre “algo” y “alguien”*. Pamplona: EUNSA.

Summerfield, C. Greene, M., Wager, T., Egner, T., Hirsch, J., Mangels, J. (2006). Neocortical connectivity during episodic memory formation. *PLoS Biology* 4: e128 doi: 10.1371/journal.pbio.0040128.