

El problema cerebro-mente (II): sobre la conciencia

Javier Tirapu-Ustárrroz, Fermín Goñi-Sáez

Fundación Argibide (J. Tirapu-Ustárrroz). Unidad Docente Multiprofesional de Salud Mental (F. Goñi-Sáez). Pamplona, Navarra, España.

Correspondencia:

Dr. Javier Tirapu Ustárrroz.
Fundación Argibide. Iturrama, 7.
E-31007 Pamplona (Navarra).

E-mail:

javitirapu@ono.com

Aceptado tras revisión externa:
10.05.16.

Cómo citar este artículo:

Tirapu-Ustárrroz J, Goñi-Sáez F.
El problema cerebro-mente (II):
sobre la conciencia. Rev Neurol
2016; 63: 176-85.

© 2016 Revista de Neurología

Introducción. La conciencia es el resultado de una serie de procesos neurobiológicos en el cerebro y a su vez es un rasgo del nivel de su complejidad. En realidad, el estar y el ser consciente nos sitúan ante lo que Chalmers ha denominado el 'problema blando' y el 'problema duro' de la conciencia. El primero hace referencia a aspectos como la vigilia, la atención o el conocimiento, y el segundo a conceptos tan complejos como autoconciencia, 'yo neural' o cognición social. En este sentido se puede afirmar que el concepto de conciencia como algo unitario plantea problemas de acercamiento a una realidad sumamente compleja.

Desarrollo. Planteamos los principales modelos que desde una perspectiva neurocientífica han abordado el tema de la conciencia. Por un lado, los modelos de experiencia consciente de Crick, Edelman y Tononi, y Llinàs, y por otro, los modelos y las bases neuronales de la autoconciencia de autores como Damasio (conciencia central y extendida), Tulving (conciencia auto-noética, noética y cronestesia), el problema de los *qualia* (Dennett, Popper, Ramachandran) y el modelo de los cógnitos (Fuster).

Conclusiones. Todos los estímulos que recibimos del mundo externo y de nuestro mundo interno son convertidos y tratados por el cerebro para integrarlos y que formen parte de nuestra identidad. Desde la percepción de un perro y reconocerlo como tal hasta la comprensión de la propia conciencia responden al funcionamiento de estructuras cerebrales, neuronas y sinapsis. Ahora bien, los procesos más complejos de la conciencia, como la autoconciencia o la empatía, son probablemente procesos emergentes del cerebro.

Palabras clave. Autoconciencia. Bases neuroanatómicas. Cógnitos. Conciencia central y extendida. Conciencia noética y auto-noética. Experiencia consciente. Problema de enlace. *Qualia*.

Introducción

La conciencia es, sobre todo, un fenómeno biológico resultado del funcionamiento cerebral, como el lenguaje, la percepción, la memoria o el arte. La principal diferencia de la conciencia es que se halla unida inexorablemente al concepto de subjetividad. La conciencia es un acto privado de cada sujeto, cómo alguien percibe que es él, el actor sintiente. Si nos preguntan qué sentimos o cómo somos, podemos generar una narrativa en primera persona sobre nuestras experiencias internas, pero nunca lo podemos hacer si nos preguntan por lo que siente un murciélago.

La conciencia es justo una característica de alto nivel del sistema cerebral como un todo. Las relaciones cruciales entre la conciencia y el cerebro pueden resumirse como sigue: los procesos neuronales de nivel inferior en el cerebro causan la experiencia consciente y la conciencia es simplemente una característica de alto nivel del sistema que se compone de los elementos neuronales de nivel inferior. Hay muchos ejemplos en la naturaleza donde una característica de alto nivel de un sistema es cau-

sada por los elementos de nivel inferior de ese sistema, aun cuando la característica es una característica del sistema compuesto de esos elementos. Pensar en la liquidez del agua o la solidez de una mesa, por ejemplo. Así, los procesos mentales-cerebrales de alta complejidad (como la conciencia) tendrían propiedades emergentes a las de las moléculas que forman los seres vivos, y la mente humana propiedades emergentes respecto a las neuronas que forman el cerebro. Esta es la tesis que defienden Searle y Gazzaniga [1,2]. Para Bunge [3], podemos hablar de 'fenómenos mentales', y es aquí donde el materialismo emergentista adquiere unos aspectos muy atractivos que serían: si se postula que los hechos mentales no son afecciones de una 'sustancia inmaterial', sino que son estados, sucesos o procesos que se presentan en organismos naturales, entonces, en este caso, es compatible con las ciencias naturales y, por tanto, se pueden utilizar los procedimientos de la ciencia para investigar los hechos mentales.

Así, en el tema de la conciencia encontramos importantes puntos de encuentro entre la filosofía de la ciencia y la neurociencia. Posiblemente, el análisis neuropsicológico o neurocientífico no sea sufi-

ciente para explicar la intrincada complejidad del ser humano, pero resulta un análisis, no suficiente, pero sí necesario (aunque se nos acuse de ‘fiscalistas’ o de reduccionistas) para intentar explicar lo complejo (lo mental) en términos de sus componentes cerebrales (lo neuropsicológico y lo neurobiológico).

La base sobre la que se sustenta nuestra afirmación es, básicamente, racional. Si deseamos comprender un fenómeno complejo, precisamos establecer algunos aspectos muy relevantes, como son las propiedades del fenómeno, sus componentes básicos, sus niveles de complejidad o cómo esos componentes se organizan para formar un sistema de alta complejidad. No pretendemos afirmar, con esto, que los fenómenos complejos quedan del todo explicados cuando se reducen al funcionamiento de las moléculas, las neuronas, las sinapsis o los neurotransmisores. Nuestro punto de vista simplemente aboga porque los procesos mentales puedan ser abordados desde distintos niveles de análisis, desde niveles micromoleculares (neurotransmisión o neuronas) y niveles macromoleculares (filosofía o psicología evolucionista). Pero no resulta menos cierto que los niveles macro deben soportar e integrar los conocimientos que llegan desde los niveles micro en lo que se podía denominar el principio de la plausibilidad biológica. Los niveles de análisis, cuando nos acercamos a realidades de tanta complejidad como la que ocupa este artículo, deben tender a ser no excluyentes, sino integradores. Como señala Wagensberg [4], ‘las grietas del conocimiento se rellenan con pasta de ideología’.

Pero, ¿qué es la conciencia? Conceptos como vigilia, sensación, percepción, atención, memoria, conocimiento, motivación, emoción o funciones ejecutivas entretejen sus hilos para dar lugar a ese maravilloso tapiz que es la conciencia. Demasiados conceptos para una única realidad, por ello, tal vez resulte adecuado preguntarnos si resulta adecuado hablar de la conciencia como un sistema unitario, o bien resulta más apropiado plantearnos la existencia de niveles de complejidad. En este sentido, la lengua castellana nos presenta una división conceptual importante a la hora de acercarnos a esta compleja realidad, como es la diferencia entre los verbos ‘ser’ y ‘estar’.

Esta simple distinción permite un acercamiento mucho más adecuado al concepto de conciencia y a su estudio. Pongamos como ejemplo dos definiciones de conciencia y situemos delante el verbo ser o estar. ‘Estar consciente se refiere a los estados de estar despierto, conciencia en este sentido es lo que usted tiene cuando está despierto y lo que usted pierde

en sueño profundo o bajo anestesia y recupera de nuevo al despertar.’ ‘Ser consciente consiste en la capacidad de percibirse a uno mismo en términos relativamente objetivos, manteniendo un sentido de subjetividad. Esta es una paradoja natural de la conciencia humana. Por una parte, lucha por lograr la objetividad, es decir, percibir un objeto, situación o interacción de una forma bastante similar a la percepción de los demás, mientras que al mismo tiempo se mantiene un sentido de interpretación privada, subjetiva o única de la experiencia. Este último aspecto de la conciencia implica un estado emocional a la vez que un proceso cognitivo. La conciencia de las funciones cerebrales superiores implica, por tanto, una integración de cognición y emoción.’

En realidad, el estar y el ser nos sitúan ante lo que Chalmers [5] ha denominado el ‘problema blando’ y el ‘problema duro’ de la conciencia. El primero hace referencia a aspectos como la vigilia, la atención o el conocimiento, y el segundo a conceptos tan complejos como autoconciencia, ‘yo neural’ o cognición social. En este sentido se puede afirmar que el concepto de conciencia como algo unitario plantea problemas de acercamiento a una realidad sumamente compleja. De hecho, parece adecuado señalar que el ‘problema blando’ resulta más resoluble, porque puede verse satisfecho con modelos proximales del funcionamiento cerebral, es decir, podemos establecer una relación sólida entre actividad cerebral y función. En cambio, el segundo exige explicaciones de tipo distal, donde la relación cerebro-mente se presta a un mayor nivel especulativo. Para Chalmers, el estudio de la conciencia desde la perspectiva de problema fácil son las investigaciones que cumplen con el reduccionismo materialista y funcionalista desde una óptica de tercera persona, es decir, responden a la ciencia convencional. Chalmers menciona que los problemas fáciles que se pueden investigar son: la capacidad de discriminar, categorizar y reaccionar a los estímulos del medio ambiente, la integración de la información por un sistema cognitivo, la reportabilidad de los estados mentales, la capacidad de un sistema para acceder a sus propios estados internos, el foco de la atención, el control deliberado de la conducta, y la diferencia entre el sueño y la vigilia.

Esta distinción se asemeja de alguna manera a la realizada por Edelman y Tononi cuando se refieren a la diferenciación entre conciencia primaria y conciencia de orden superior. La primera se encuentra en otras especies con estructuras cerebrales similares a las nuestras. Estas especies están capacitadas para construir una escena mental, pero su capacidad semántica y simbólica es limitada, y carecen de

lenguaje. La conciencia de orden superior (que presupone la existencia de una conciencia primaria) viene acompañada de un sentido de la propia identidad y de la capacidad explícita de construir escenas pasadas y futuras. Como mínimo requiere, pues, una capacidad semántica y, en su forma más desarrollada, una capacidad lingüística.

Desarrollo

Conocimiento y experiencia consciente

Una vez que el sistema está activado, se encuentra preparado para ser asaltado por una multitud de estímulos (internos o externos) que van a dar lugar a la experiencia consciente. Pero ¿qué hay entre el estímulo y la experiencia consciente? Podemos plantear que la experiencia consciente resulta una propiedad emergente del sistema cerebral, pero actualmente existen modelos que nos ayudan a comprender los estados intermedios entre estímulo y experiencia consciente, por lo que podemos afirmar que esta experiencia responde a unas pautas de funcionamiento cerebral. Este nivel de análisis continúa planteando uno de los ‘problemas blandos’ de la conciencia, pero resulta conveniente abordarlo para establecer niveles de complejidad.

Cuando nos referimos a la experiencia consciente, hemos de suponer que esta es una forma especial de proceso que surge de la estructura y funcionamiento dinámico del cerebro, por lo que puede caracterizarse por una serie de propiedades fundamentales [2]. Para Edelman y Tononi [6], dos de estas propiedades son que la experiencia consciente es integrada (no puede subdividirse en componentes independientes) y que se encuentra altamente diferenciada (experimentamos diferentes estados conscientes). Así pues, existen ciertos aspectos fundamentales de la experiencia consciente que son comunes a todas sus manifestaciones fenomenológicas: es individualizada, se encuentra unificada, es coherente y puede ser diferenciada.

Para Crick [7,8], la clave de la cuestión radica en conocer cuál es el carácter general del comportamiento de las neuronas asociadas con la experiencia consciente. En neurociencia resulta plausible que se requiera una actividad determinada de las neuronas asociadas a dicha experiencia consciente. En cada momento determinado, la conciencia se corresponde a un tipo concreto de actividad de un conjunto ‘pasajero’ de neuronas, que son parte de un amplísimo grupo de ‘candidatas potenciales’. Crick [8] centra todo su discurso en la percepción visual y señala

que cualquier objeto concreto del campo visual será representado por el disparo de un conjunto de neuronas. Cada objeto presenta características diferenciadas (forma, color, movimiento, textura, etc.) que son procesadas por áreas visuales especializadas en cada una de esas específicas.

En esta línea, varios investigadores se han dedicado a estudiar la percepción visual consciente. Para esto, crearon situaciones experimentales en las cuales una misma foto a veces es reconocida y otras veces no lo es. La clave es que la foto –el estímulo que impregna la retina– es exactamente la misma. La pregunta es entonces si las neuronas responden siempre de la misma manera, ya que es el mismo estímulo, o si responden a la percepción consciente, activándose sólo cuando la foto es reconocida. Experimentos en monos han mostrado que las neuronas en la corteza visual primaria responden al estímulo, independientemente de si es reconocido o no, y las neuronas en las áreas que desarrollan un procesamiento visual más avanzado (como puede ser la corteza inferotemporal) tienden a modular su actividad de acuerdo con si el objeto es reconocido o no [9,10]. En humanos, los experimentos de percepción consciente se han limitado a estudios con resonancia magnética funcional [10]. La gran limitación de estos estudios es que la resonancia magnética funcional da una información muy vaga e indirecta del comportamiento de las neuronas. Entonces, nuestro conocimiento de los correlatos neuronales de la percepción consciente parece estar limitado, ya que, por un lado, no podemos ver directamente la actividad de neuronas en los humanos y, por otro, no sabemos cómo los resultados en los monos –que tienen un comportamiento diferente y suelen ser entrenados durante meses para realizar estos experimentos– se aplican a los humanos. Sin embargo, hay casos muy particulares en los cuales se implantan electrodos intracraneales a pacientes epilépticos para tratar de determinar el origen de las crisis epilépticas y evaluar la posibilidad de intervenir quirúrgicamente. Este procedimiento clínico nos permite ‘escuchar’ directamente la actividad de las neuronas en el cerebro humano. Quian-Quiroga et al han mostrado que hay neuronas en el hipocampo que responden de una manera abstracta a la persona que es presentada. Por ejemplo, una neurona respondió solamente a distintas fotos de la actriz Jeniffer Aniston, otra neurona respondió solamente a fotos de Halle Berry e incluso a su nombre escrito [11,12].

El problema de cómo esas neuronas, correspondientes a diferentes áreas visuales, se activarían temporalmente como una unidad es lo que se denomi-

na 'problema de enlace.' Así pues, dentro del cerebro del observador, la imagen fragmentada de un objeto se analiza en función de atributos tales como color, forma, contraste, etc. Cuando el sujeto percibe el objeto, se activan columnas de células localizadas en distintas regiones de la corteza visual, que se encargan de analizar cada atributo de la imagen. La 'estrategia' que utiliza el cerebro para reconstruir la imagen fragmentada es la activación simultánea, correlacionada en un instante, de todas esas neuronas implicadas en el análisis de los atributos de cada objeto en particular, de manera que la percepción del objeto en cada instante sea coherente. Entonces, ver un objeto implica activar varias neuronas en diferentes localizaciones del sistema visual de manera correlacionada. El problema del enlace es entender cómo esas neuronas, que analizan distintos atributos del objeto (o de un evento), se activan temporalmente de manera sincrónica, es decir, cómo se disparan de manera correlacionada, particularmente cuando puede percibirse más de un objeto de manera simultánea.

La hipótesis del enlace postula que éste resulta del disparo correlacionado, cíclico, oscilatorio, de todas las neuronas implicadas en la percepción del objeto. Singer, Gray y sus colaboradores lograron registrar oscilaciones periódicas en la actividad eléctrica de la corteza cerebral visual de gatos a los que se mostraba un objeto.

Las oscilaciones tenían una frecuencia media de alrededor de 40 Hz y representaban la actividad promedio del disparo correlacionado de las neuronas visuales localizadas en la vecindad de los sitios de registro de la actividad eléctrica. Estos investigadores consideran que las oscilaciones de 40 Hz en la corteza visual son la base neural del enlace. Proponen que el disparo de las neuronas especializadas en analizar cada atributo del objeto percibido se enlaza en el tiempo por medio de un mecanismo que las sincroniza unas con otras. Crick y Koch tomaron esta idea y postularon que las oscilaciones de 40 Hz pueden ser el correlato neural de la conciencia visual. La hipótesis es coherente, y podría probarse, aunque circunscrita al sistema visual.

Esta unidad perceptiva debe darse en muchos módulos perceptivos diferenciados, aunque reconocen que existe un 'salto' entre este conocimiento perceptivo y su significado, por lo que podemos preguntarnos: ¿cómo se dota de significado a esta unidad perceptiva? Esta propiedad ha de guardar relación con el campo proyectivo de la neurona, es decir, con su patrón de conexiones sinápticas con otras neuronas que codifican explícitamente los conceptos asociados. Así, las neuronas que perciben un

objeto deben estar conectadas con otras que expresan el nombre de tal objeto, sus características generales, los recuerdos que se refieren a ese objeto y sus connotaciones emocionales. Este último planteamiento vuelve a sumergirnos en el problema duro de la conciencia, ya que habría que determinar las características de una red neuronal para generar significado.

La mayor limitación de la hipótesis del enlace es que no explica el problema del enlace cuando tenemos percepciones sensoriales polimodales. Además de no resolver otro problema: ¿cómo y quién sincroniza el disparo de las neuronas implicadas en la percepción de un objeto, si se encuentran localizadas en distintas áreas cerebrales? Una posible respuesta viene de otra propuesta que engloba a las anteriores, que ha sido postulada por Rodolfo Llinàs [13], quien considera que el cerebro es un sistema cerrado capaz de generar sus propios ritmos, basado en las propiedades eléctricas intrínsecas de las neuronas que lo componen, así como las de sus conexiones. En este sentido, Llinàs, tomando como base estudios de magnetoencefalografía, ha propuesto que el sistema talamocortical, que comprende regiones talámicas específicas (el complejo ventrobasal) e inespecíficas (núcleos intralaminares o de la línea media) y sus conexiones con la corteza son el componente central de los sustratos del conocimiento. Llinàs [13] sostiene que las oscilaciones de 40 Hz registradas en áreas corticales resuenan con las oscilaciones neurales en los núcleos talámicos. Estas oscilaciones progresan desde el polo frontal hacia el polo occipital con un barrido que dura 12-13 ms. Durante este período, el cerebro procesa un suceso simple o *quantum*, por lo que la experiencia consciente sería una sucesión de *quantums* de tiempo. Los circuitos activos cerebrales (que funcionan independientemente de la información sensorial) barren la corteza cada 12 ms, por lo que nuestro conocimiento se produce por el acoplamiento temporal de los *quantums* de conocimiento que proporciona cada barrido cerebral.

Otra hipótesis de particular interés sobre la experiencia consciente y que comparte con las de Crick y Llinàs la convicción fundamental de que es imprescindible el conocimiento del funcionamiento cerebral para la comprensión de la conciencia es la de Edelman y Tononi [6]. Esta hipótesis sobre la base neuronal de la conciencia se ha denominado la hipótesis del 'núcleo dinámico'.

Para estos autores, la aproximación al problema de la conciencia se resolverá de forma más adecuada si nos centramos en sus propiedades fundamentales, como la integración (una experiencia conscien-

te no puede ser dividida) y la diferenciación (experimentamos millones de experiencias conscientes) y tratamos de explicarlas en términos de procesos neuronales. Si se hace referencia a las características de la experiencia consciente y a sus propiedades, parece lógico que se exija una explicación a procesos neurales distribuidos y no a propiedades específicas de cada neurona.

En este sentido, la hipótesis contiene dos aspectos fundamentales: por un lado, se sostiene que un grupo de neuronas puede contribuir a la experiencia consciente sólo si forma parte de una agrupación funcional distribuida que, a través de interacciones de reentrada en el sistema talamocortical, alcanza un alto grado de integración en unos centenas de milisegundos. Por otro lado, se señala que para sustentar la experiencia consciente, resulta esencial que esta agrupación funcional se encuentre altamente diferenciada, es decir, que presente altos niveles de complejidad.

Estos dos aspectos exigen la clarificación de dos conceptos fundamentales en la hipótesis de Elderman y Tononi, como son el de reentrada y el de complejidad de sistema. Este último concepto hace referencia a la cantidad de estados diferentes que puede experimentar un agrupamiento funcional (es decir, un proceso neuronal unificado), para lo que debemos tener muchos elementos especializados y unas conexiones no azarosas entre elementos. El problema de enlace planteado por Crick es solucionado por estos autores con el concepto de reentrada, que hace alusión al proceso por el cual un elevado número de neuronas interaccionan rápida y recíprocamente. La reentrada debe entenderse como el intercambio recursivo y continuo de señales paralelas entre áreas del cerebro con conexiones recíprocas. Así, una de las consecuencias más destacables es la sincronización general de la actividad de distintos grupos de neuronas distribuidas entre numerosas áreas funcionalmente especializadas del cerebro. El disparo sincronizado de neuronas dispersas que se encuentran conectadas por la reentrada es la base de la integración de los procesos perceptuales y motores. Por consiguiente, la experiencia consciente no se produce en un lugar particular del cerebro, sino en un proceso coherente, resultado de interacciones entre grupos neuronales distribuidos por diferentes áreas. Además, la integración se produciría rápidamente (100-250 ms) después de la presentación del estímulo.

La hipótesis de que existe un gran conjunto de grupos neuronales que en cientos de milisegundos se encuentran integrados y forman un proceso neuronal unificado de alta complejidad se denomina hipó-

tesis del 'núcleo dinámico.' 'Núcleo' por su alto grado de integración y 'dinámico' porque se encuentra en continuo cambio. Podemos afirmar así que lo que subyace a la experiencia consciente es un proceso neuronal distribuido con intervención del sistema talamocortical. Por una parte, resulta un proceso integrado, ya que diferentes áreas del cerebro se comunican en unos milisegundos; por otra parte, exhibe una elevada diferenciación, ya que los patrones de actividad se hallan en continuo cambio.

Damasio [14] denomina *proto-self* a la colección coherente de pautas neurales que representan, momento a momento, el estado de la estructura física del organismo en sus muchas dimensiones. Los receptores de la musculatura esquelética y, sobre todo, los del tacto contribuyen también a la segunda función del sistema nervioso, la de informar al organismo sobre lo que acontece en el mundo exterior para que pueda actuar en consonancia. El sistema talamocortical, utilizando la información que proporcionan los sentidos, permite la categorización perceptual de objetos y programa la actividad motora.

Como ya hemos indicado, la percepción de un objeto cualquiera implica una alteración del estado corporal que activa los sistemas valorativos del cerebro, que, a su vez, activan la memoria y hacen posible el aprendizaje y la categorización conceptual. En resumen, los autores referidos (Crick, Llinàs, Damasio, y Edelman y Tononi) coinciden en señalar que la experiencia consciente es el resultado de la integración de la actividad de poblaciones distribuidas de neuronas de forma que se produzca un acoplamiento de las respuestas neurales de áreas corticales distribuidas hasta alcanzar una sincronización que les dota de una coherencia global.

Autoconciencia

Evidentemente, el funcionamiento neuronal resulta un buen nivel de análisis para explicar las experiencias conscientes, pero no resuelven el problema 'duro' de la conciencia: la autoconciencia.

Stuss y Benson [15] han definido la autoconciencia como un atributo humano que no solamente permite la conciencia de uno mismo, sino que también permite captar la posición de uno mismo en su entorno social y su cometido será controlar la propia actividad mental, representar las experiencias actuales en relación con las previas, utilizar el conocimiento adquirido o guiar la toma de decisiones para el futuro. Para Prigatano [16], la autoconciencia es la capacidad de percibirse a uno mismo en 'términos relativamente objetivos manteniendo un

sentido de subjetividad. Sirva como ejemplo la lectura de este artículo; por un lado, necesitamos saber que nuestra comprensión de él se acerca a la de otros lectores, pero, al mismo tiempo, es preciso poseer una interpretación personal de él. Ésta es la paradoja de la autoconciencia, por una parte precisamos percibir el mundo de una forma similar a la percepción de los demás, y por otro necesitamos un sentido de interpretación privada, subjetiva y única de la experiencia. Este aspecto de la autoconciencia (a partir de ahora conciencia) implica un proceso cognitivo a la vez que un estado emocional.

Damasio [14] ha propuesto la división de la conciencia entre conciencia central y conciencia ampliada o extendida. La primera proporciona al organismo la sensación de ser en un momento (ahora) y en un lugar (aquí), el alcance de la conciencia central es el aquí y el ahora, por lo que presenta ciertas similitudes con la experiencia consciente señalada anteriormente en este artículo. Sin embargo, esta conciencia central no es equiparable a la autoconciencia, ya que no accede al pasado y no se proyecta al futuro. Por otro lado, el tipo complejo de conciencia, a la que denomina conciencia ampliada o extendida, proporciona al organismo una sensación elaborada de ser (una identidad) y sitúa al individuo en un punto de su devenir autobiográfico, consciente del pasado vivido y del futuro anticipado, a la vez que conocedor del mundo que le circunda.

La clave de la conciencia ampliada radica en su organización, los recuerdos autobiográficos son 'objetos' y el cerebro los trata como tales, permitiendo que cada uno de ellos acceda al aquí y el ahora (generan conciencia central). En otras palabras, la conciencia ampliada es la consecuencia de dos capacidades: la primera, la capacidad de retener registros de experiencias; la segunda, la capacidad de reactivar esos registros de tal modo que, como objetos, generan una sensación de 'ser yo el que conozco'. Por ello, la conciencia ampliada es la capacidad de ser consciente de un ámbito amplio de entidades y sucesos generando un sentido de perspectiva individual. Por lo tanto, podemos afirmar que generamos pulsos de experiencia consciente para un objetivo, pero, al mismo tiempo, generamos un conjunto acompañante de recuerdos autobiográficos reactivos. Sin tales recuerdos no tendríamos sensación de pasado ni de futuro, no existiría continuidad histórica (autoconciencia).

Para examinar la base neuroanatómica de la conciencia ampliada, Damasio sugiere un espacio de imágenes en el que se yuxtaponen los contenidos mentales de la experiencia consciente con un espacio de disponibilidad en el que los recuerdos dispo-

nibles contienen registros de conocimiento implícito. Los elementos clave de la autoconciencia son los que se corresponden con nuestra identidad, con nuestras experiencias pasadas y futuras. Para este autor, la autoconciencia es un proceso de activación coordinada y exhibición de los recuerdos personales, situados en una red ubicua. Los elementos esenciales surgen de una red que se activa incesantemente y que se localiza en las zonas de convergencia, situada en las cortezas superiores temporales y frontales, y en los núcleos subcorticales como los de la amígdala. La activación coordinada de esta red ubicua está pautada por diversos núcleos talámicos, mientras que el mantenimiento de los componentes reiterados durante períodos más amplios exige el apoyo de la corteza prefrontal.

Cuando nos referimos al ser consciente, resulta relevante hacer referencia a dos tipos de autoconciencia que comparten su contenido experiencial y fenomenológico, como son la noética y la auto-noética [17]. La primera es evolutivamente más antigua y de algún modo se relaciona con el sistema de memoria semántico. La conciencia noética es el resultado de la interacción entre la experiencia presente y la memoria del individuo relacionada con el conocimiento (saber). La conciencia noética es el resultado de acceder al propio pasado, pero en términos de 'conocer' y no de 'recordar'. Sin embargo, la conciencia auto-noética es filogenéticamente más reciente y se sustenta en la memoria episódica, por lo que permite 'reexperimentar' nuestro pasado a la vez que tiene posibilidades de proyectarnos hacia el futuro. Cuando recordamos el pasado, somos auto-noéticamente conscientes de que ese es nuestro pasado. Esta conciencia auto-noética incluye, pero trasciende, a la conciencia noética.

Ambas conciencias están determinadas por las propiedades de cada cerebro individual (por lo que presentarían una gran variabilidad interindividual) y por su estado fisiológico en un momento determinado. La autoconciencia significa poseer una experiencia particular que depende tanto del estado general de la conciencia (del estar) como de la estimulación interna y externa que es particular y única. A estos conceptos de conciencia, Tulving [18] ha añadido recientemente el término de cronestesia para referirse a la capacidad neurocognitiva para expresar la conciencia del individuo en una dimensión temporal en relación con su propia existencia y la de los demás (tiempo subjetivo). En este sentido, la cronestesia haría referencia al recuerdo de hechos y eventos de nuestra vida, además de la planificación del futuro. Cronestesia y conciencia auto-noética coinciden en que ambos conceptos implican la con-

ciencia del yo en el tiempo, pero el énfasis en los conceptos de 'yo' y 'tiempo' difieren entre ambos. En la autoconciencia, el énfasis se encuentra en la conciencia del yo, mientras que en la cronestesia, el énfasis se centra en el tiempo subjetivo. Esta distinción, aunque impresione como banal, es importante, porque da respuesta a la clínica cuando vemos pacientes con recuerdos que no pueden situar en el tiempo y otros que se muestran incapaces de situar los recuerdos o sus planes en un tiempo subjetivo.

En cuanto al sustrato neuroanatómico de la conciencia autoconsciente y de la cronestesia, ambas han sido relacionadas con la corteza prefrontal. La evidencia clínica sugiere que las lesiones en el cerebro derecho anterior afectan a ambas conciencias con mayor preservación de la memoria semántica (conciencia noética). De hecho, algunos estudios con neuroimagen funcional han comparado las redes neurales que se activan cuando a un sujeto se le proporciona información autobiográfica o información ficticia, evidenciando que los recuerdos autobiográficos activan la amígdala derecha y la corteza prefrontal ventral derecha.

Evidentemente nos referimos al ser consciente, pero además nos acercamos a una propiedad emergente del cerebro, ya que este nivel sólo puede alcanzarse en cerebros filogenéticamente más evolucionados. En este sentido es importante que no rehuyamos situar la autoconciencia en el cerebro por ser un proceso mental de alta complejidad, simplemente debemos situarla en el espacio adecuado, y este espacio es la corteza prefrontal. Así, anomalías en la ínsula y regiones mediales de la corteza prefrontal (cíngulo anterior, orbitofrontal y regiones subcorticales, incluido el cuerpo estriado) han sido relacionadas con la autoconciencia y el *insight*.

La corteza prefrontal favorece este propósito por las siguientes razones:

- Recibe señales procedentes de todas las regiones sensoriales en las que se forman las experiencias conscientes (incluidas las imágenes que forman parte de nuestros pensamientos).
- Recibe señales de las cortezas somatosensoriales que representan los estados corporales pasados y actuales.
- Recibe señales de sectores biorreguladores del cerebro, entre los que se incluyen los núcleos neurotransmisores del tallo cerebral y del prosencéfalo basal, así como de la amígdala, el cíngulo anterior y el hipotálamo.
- Representan categorizaciones de las situaciones en las que el organismo se ha visto implicado, es decir, clasificaciones de las contingencias de nuestra experiencia vital.

La ínsula contiene representaciones interoceptivas a modo de representación del estado del cuerpo, para lo que se encuentra bien relacionada con estructuras como la amígdala y el estriado. La ínsula integra la información de otras regiones cerebrales, como la corteza prefrontal orbital, dorsolateral, y el cíngulo anterior. Asimismo, la ínsula ha sido relacionada con la conciencia interoceptiva y emocional, la empatía y la conducta social cooperativa. De hecho, es importante señalar que en el cíngulo anterior y en la corteza frontoinsular se encuentran las neuronas de von Economo, que sólo se encuentran en especies que se identifican ante un espejo y poseen estructura social, como los chimpancés, los delfines o los elefantes [19]. Además, la muerte de estas neuronas se relaciona con pérdida de conciencia emocional y con las alteraciones de conducta en las demencias frontotemporales.

Una de las preguntas que nos hacemos es qué tienen en común y en qué difieren los resultados en la narrativa que se produce en los pacientes por la falta de autoconciencia. Una manera de eludir este problema la plantea Ramachandran, cuando señala que una creencia no es necesariamente unitaria: es posible que el autoengaño se encuentre en el hemisferio izquierdo, mientras que el hemisferio derecho continúa 'sabiendo' la verdad. Para este autor, la clave del autoengaño se encuentra en la división del trabajo entre los dos hemisferios cerebrales y en nuestra necesidad de crear una sensación de coherencia y continuidad en nuestras vidas. Es bien conocido que el cerebro consta de dos mitades simétricas, cada una de las cuales se encuentra especializada en diferentes capacidades mentales; la asimetría cerebral más notable corresponde al lenguaje. Además de estas divisiones conocidas de funcionamiento, Ramachandran [20] sugiere que existe una diferencia aún más fundamental entre los estilos cognitivos de los dos hemisferios, lo que puede contribuir a explicar las modalidades de negación y de falta de conciencia.

En cualquier momento de la vida, el cerebro puede verse abrumado por una cascada continua de información que debe ser incorporada a una perspectiva coherente de la imagen propia y de lo que los demás esperan de uno. Para poder generar acciones coherentes o para mantener un *statu quo* determinado, el cerebro debe disponer de algún mecanismo que permita cribar esta información y ordenarla en un esquema de creencias estable y con consistencia interna. De esto se encarga el hemisferio izquierdo, de integrar la información en la imagen previa del yo (el intérprete en terminología de Gazzaniga) [2].

Las estrategias de adaptación empleadas por los dos hemisferios son básicamente diferentes. La tarea del hemisferio izquierdo consiste en crear un sistema de creencias, un modelo, y encajar toda nueva experiencia en ese sistema de creencias. Al encontrar una información que atenta contra ese sistema de creencias recurre a la negación: reprime e inventa una historia que permita mantener el *statu quo*. Sin embargo, la estrategia del hemisferio derecho consiste en actuar poniendo en tela de juicio ese *statu quo* y buscar inconsistencias globales. Cuando la información anómala alcanza cierto umbral, el hemisferio derecho realiza una revisión global del modelo; es decir, el hemisferio derecho impone un cambio de paradigma. Este umbral es específico para cada individuo y depende de aspectos tan dispares como los rasgos de personalidad o el tipo de experiencia.

Estos distintos modelos de autoconciencia (Stuss, Damasio, Tulving) [14,15,17] difieren en el modo de acercarse a esta realidad tan compleja como es el 'yo', aunque aportan dos hechos fundamentales para establecer un discurso basado en las neurociencias. Por un lado, intentan situar la autoconciencia en el cerebro para romper así la dicotomía cerebro-mente en el acto más complejo y sublime de la especie humana. Por otro, y cuanto más complejo es el objeto de nuestro estudio, los constructos hipotéticos son más frecuentes debido a que las explicaciones son más distales (no se pueden ceñir al funcionamiento de las neuronas) y las propiedades del objeto son emergentes (al alcanzar cierto nivel de complejidad, no pueden ser explicadas exclusivamente por modelos que satisfacen el nivel anterior). De todos modos, convendremos en que algunas capacidades relacionadas con nuestro funcionamiento cerebral permiten explicar algunos rasgos distintivos de la condición humana nuestra, como la capacidad de anticipar el futuro, de actuar en un mundo social complejo, el conocimiento de uno mismo y el de los demás, y el control sobre la propia existencia.

Muy relacionado con el concepto de autoconciencia se halla el término de *qualia*, concepto muy en boga en el campo de la filosofía de la mente [21, 22]. Los *qualia* pueden ser definidos como las propiedades fenomenológicas de la experiencia que consta de elementos que solo pueden ser conocidos desde un punto de vista subjetivo. Por ejemplo, yo no puedo experimentar el dolor de otra persona. Puedo inferir lo que está sufriendo la otra persona, pero no existe una transferencia directa de la experiencia. La tendencia de la neurociencia moderna, como hemos ido señalando en esta parte del capítulo, es intentar explicar estos elementos cualitativos.

En este sentido, el concepto de *qualia* se opone a lo mensurable, que son los *quanta*. Los *qualia* son sentimientos, estados subjetivos que no tienen ubicación alguna en un computador y que hacen imposible la comparación del cerebro con un ordenador. Este concepto invoca la concepción de Popper [23] de categorizar la realidad en tres mundos que interaccionan entre sí. En el tercer mundo de Popper surgiría la conciencia del 'yo'. El pensamiento de Karl Popper es demasiado amplio para resumirlo, pero a modo de aforismo, recordemos que él diría que no nacemos con un yo, hay que aprender a ser un 'yo' y crear una teoría en nosotros mismos.

La neurociencia busca la unidad de la percepción, el constituyente mínimo de lo que llama 'conciencia', y la ha encontrado en los *qualia*. *Qualia* sería la sensación pura, la sensación de percibir el color azul, por ejemplo. Ramachandran [24] nos explica este hecho: es como si un investigador extraterrestre que no tuviera receptores del color en los ojos pretendiera conocer 'lo azul'. Aun teniendo un concepto de lo azul, una teoría científica de cómo se captan y procesan en el cerebro los colores y midiendo nuestras respuestas nerviosas frente a los objetos que presentan la longitud de onda correspondiente, no podría hacerse idea de lo extraordinaria que resulta la experiencia real de ver el azul. Los *qualia*, pues, son irrevocables: si hemos visto el color azul, lo hemos visto y punto, asumimos que el color está ahí y podemos actuar en consecuencia. Podemos hablar de esta sensación en términos objetivos siempre y cuando hagamos una traducción entre lenguajes: el de los impulsos nerviosos a un lenguaje verbal; pero la experiencia del color, el sabor, el dolor, la auténtica percepción de todo esto es necesariamente subjetiva e incommunicable. Nadie que no la haya sentido entenderá por completo de qué hablamos. El concepto de los *qualia* nos induce a pensar que la autoconciencia no es una 'cosa' que pueda ser estudiada por un observador que sea externo o se halle apartado de ella: la conciencia supone la interacción del observador y lo observado. Daniel Dennett [21,22] identifica cuatro propiedades que son comúnmente adscritas a los *qualia*:

- *Inefables*: no pueden ser comunicados o aprendidos por otros medios diferentes a la experiencia directa.
- *Intrínsecos*: propiedades no relacionales, que no cambian dependiendo de la relación de la experiencia con otras cosas.
- *Privados*: todas las comparaciones interpersonales de los *qualia* son sistemáticamente imposibles.
- *Directamente o inmediatamente aprehensibles en la conciencia*: la experiencia de un *quale* es saber

que uno experimenta un *quale*, y saber todo ello es saber acerca del *quale*.

Por otro lado, el concepto de cógnito fue introducido por Fuster en 2003, pero lo desarrolla con más detalle y profusión en su última obra, *Cerebro y libertad* [25], y lo define como 'un elemento de conocimiento en forma de red de neuronas repartida por la corteza cerebral'. Esta red representaría todos y cada uno de los innumerables hechos y experiencias que forman y conforman nuestra experiencia vital. Unos recuerdos estarían enlazados con otros a través de conexiones endebles o fuertes en la sustancia gris cortical. Unos son neutros a nivel emocional (por ejemplo, las tablas de multiplicar) y otros incluyen connotaciones emocionales (el recuerdo de mi primera comunión). Para Fuster, y he aquí la relación que establecemos con la conciencia, todos transportan literalmente nuestro yo existencial en elemento de su experiencia o adquisición, o incluso en un futuro imaginado. Cada cógnito –a saber, cada recuerdo episódico y semántico– se define estructuralmente mediante una red de ensamblajes de neuronas corticales que se ha formado con la experiencia vital mediante la activación simultánea de redes más reducidas o ensamblajes neuronales que representan los rasgos constituyentes de cada recuerdo y conocimiento.

En el origen de la formación de los cógnitos subyacen dos principios biofísicos básicos que ya fueron propuestos por Hebb en 1949 [26]. El primero afirma que las células que se hallan en contacto entre sí y se activan conjuntamente fortalecerán sus contactos. Sin embargo, en la formación de la memoria asociativa es más relevante el principio de Hebb, que denominó 'asociación sensoriosensorial' y que Fuster denomina 'convergencia sincrónica'. Este principio afirma que cuando dos *inputs* convergen al mismo tiempo en la membrana de una célula de *output*, provocan cambios en esa membrana a fin de reducir el umbral para la futura transmisión de cualquier *input* a través de la célula de *output*. Los dos principios de Hebb se unifican en el dicho 'las células que se activan juntas se cablean juntas'.

A medida que los cógnitos se autoorganizan en el cerebro con la experiencia vital proliferan sus vías asociativas corticales, donde forman recuerdos y conocimientos más complejos, generales y abstractos. Así, la convergencia no tiene lugar solamente entre *inputs* sensoriales, sino también entre cógnitos preexistentes. De esta manera, los cógnitos encuentran su nicho en una jerarquía cortical que va desde el recuerdo sensorial concreto en la corteza de asociación inferior hasta el elemento abstrac-

to de conocimiento y experiencia en vastas regiones de la corteza de asociación superior. Así, el cógnito manzana relaciona las cualidades de una manzana (color, forma, sabor) con las experiencias episódicas con dicho cógnito (los manzanos en el huerto de mi padre).

De este planteamiento de Fuster entresacamos varias deducciones: la complejidad de la estructura cognitiva de la corteza cerebral; la dificultad de localizar recuerdos y conocimientos en su seno, pues los cógnitos y sus redes se hallan muy distribuidos, solapados y entrelazados; y la gran variedad de *inputs* potenciales que llegan a nuestros cógnitos y, por tanto, a la libertad de la corteza para elegir entre ellos. Los cógnitos son en sí mismos redes cognitivas complejas, entrelazadas y ampliamente distribuidas por la corteza cerebral. Cada neurona de la corteza está conectada, hasta cierto punto, directa o indirectamente con todas las demás; por lo tanto, la corteza cerebral ha de ser concebida como una red global.

En este sentido podíamos afirmar que el conjunto de todos los cógnitos da lugar a la conciencia uniendo todas esas experiencias con un sentido de continuidad, digamos que 'hilvanadas unas con otras', nos dotan de un sentido de identidad, ¿no es esto la conciencia?

Conclusiones

La conciencia, en nuestra opinión, es el resultado de una serie de procesos neurobiológicos en el cerebro y a su vez es un rasgo del nivel de su complejidad. El funcionamiento cerebral produce como resultado lo que denominamos procesos mentales o, dicho de otro modo, todo proceso mental responde a pautas de funcionamiento cerebral. El 'homúnculo' fuera del cerebro ha muerto, el fantasma en la máquina no existe. Todos los estímulos que recibimos del mundo externo y de nuestro mundo interno son convertidos y tratados por el cerebro para integrarlos y que formen parte de nuestra identidad. Desde la percepción de un perro y reconocerlo como tal hasta la comprensión de la propia conciencia responden al funcionamiento de estructuras cerebrales, neuronas y sinapsis. Ahora bien, los procesos más complejos de la conciencia, como la autoconciencia o la empatía, son probablemente procesos emergentes del cerebro.

Bibliografía

1. Searle JR. El misterio de la conciencia. Barcelona: Paidós; 2000.

2. Gazzaniga MS. ¿Quién manda aquí? El libre albedrío y la ciencia del cerebro. Barcelona: Paidós. 2012.
3. Bunge M. El problema mente-cerebro. Madrid: Tecnos, 1998.
4. Wagensberg J. Si la naturaleza era la pregunta, ¿cuál era la respuesta? Metatemas. Barcelona: Tusquets. 2012
5. Chalmers DJ. El problema de la consciencia. *Investigacion y Ciencia* 1996; 2: 60-7.
6. Edelman GM, Tononi G. A universe of consciousness: how matter becomes imagination. New York: Basic Books; 2000.
7. Crick F, Koch C. Towards a neurobiological theory of consciousness. *Semin Neurosci* 1990; 2: 263-75.
8. Crick F. La búsqueda científica del alma. Madrid: Debate; 1994.
9. Logothetis NK. Single units and conscious vision. *Philos Trans Royal Soc Lond B* 1998, 353, 1801-18.
10. Kanwisher N. Neural events and perceptual awareness. *Cognition* 2001; 79: 89-113.
11. Quian Quiroga R, Reddy L, Kreiman G, Koch C, Fried I. Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature* 2005; 435: 1102-7.
12. Quian Quiroga R., Mukamel R, Isham E, Malach R, Fried I. Human single-neuron responses at the threshold of conscious recognition. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008; 105: 3599-604.
13. Llinàs RR. I of the vortex. Cambridge MA: MIT Press; 2001.
14. Damasio AR. La sensación de lo que ocurre: cuerpo y emoción en la construcción de la conciencia. Madrid: Debate; 2001.
15. Stuss DT. Disturbance of self-awareness after frontal system damage. In Prigatano G, Schacter D, eds. *Awareness of deficit after brain injury*. New York: Oxford University Press; 1991.
16. Prigatano G, Schacter D. Introduction. In Prigatano G, Schacter D, eds. *Awareness of deficit after brain injury*. New York: Oxford University Press; 1991. p. 3-17.
17. Tulving E, Donaldson M. *Organization of memory*. New York: Academic Press; 1981.
18. Tulving E. Chronoesthesia: conscious awareness of subjective time. In Stuss DT, Knight R, eds. *Principles of frontal lobe function*. New York: Oxford University Press; 2002. p 311-25.
19. Allman JM, Tetreault NA, Hakeem AY, Manaye KF, Semendeferi K, Erwin JM, et al. The von Economo neurons in fronto-insular and anterior cingulate cortex in great apes and humans. *Brain Struct Funct* 2010; 214: 495-517.
20. Ramachandran VS, Blakeslee S. *Fantasmas en el cerebro*. Madrid: Debate; 1999.
21. Dennett D. Quining Qualia. In Lycan W, ed. *Mind and cognition*. Oxford: Blackwell; 1990. p. 519-48.
22. Dennett D. *Consciousness explained*. Boston: Little, Brown & Company; 1991.
23. Popper KR. *Of clouds and clocks: an approach to the problem of rationality and the freedom of man*. Washington: Washington University Press; 1966.
24. Ramachandran VS, Hirstein W. Three laws of qualia; what neurology tells us about the biological functions of consciousness. *J Consc Stud* 1997; 4: 5-6, 429-57.
25. Fuster JM. *Cerebro y libertad. Los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir*. Madrid: Ariel; 2014.
26. Hebb DO. *The organization of behaviour*. New York: Wiley; 1949.

The mind-brain problem (II): about consciousness

Introduction. Consciousness is the result of a series of neurobiological processes in the brain and is, in turn, a feature of the level of its complexity. In fact, being conscious and being aware place us before what Chalmers called the 'soft problem' and the 'hard problem' of consciousness. The first refers to aspects such as wakefulness, attention or knowledge, while the second is concerned with such complex concepts as self-awareness, 'neural self' or social cognition. In this sense it can be said that the concept of consciousness as a unitary thing poses problems of approaching a highly complex reality.

Development. We outline the main models that have addressed the topic of consciousness from a neuroscientific perspective. On the one hand, there are the conscious experience models of Crick, Edelman and Tononi, and Llinàs, and, on the other, the models and neuronal bases of self-consciousness by authors such as Damasio (core and extended consciousness), Tulving (auto-noetic and noetic consciousness and chronesthesia), the problem of qualia (Dennett, Popper, Ramachandran) and the cognit model (Fuster).

Conclusions. All the stimuli we receive from the outside world and from our own internal world are converted and processed by the brain so as to integrate them, and from there they become part of our identity. The perception of a dog and being able to recognise it as such or the understanding of our own consciousness are the result of the functioning of brain, neuronal and synaptic structures. The more complex processes of consciousness, such as self-awareness or empathy, are probably emergent brain processes.

Key words. Binding problem. Cognits. Conscious experience. Core and extended consciousness. Neuroanatomical bases. Noetic and auto-noetic consciousness. Qualia. Self-consciousness.