
¿LA NEUROCIENCIA PUEDE EXPLICAR EL FUNCIONAMIENTO GLOBAL DEL CEREBRO?

Can neuroscience explain the overall functioning of the brain?

A neurociência pode explicar o funcionamento global do cérebro?

RECIBIDO: 23 junio 2019

ACEPTADO 25 febrero 2020

Amadeo Muntané Sánchez^a. Enrique R. Moros Claramunt.

a. Hospital Universitario de Bellvitge, Departamento de Neurorradiología b. Facultad eclesíastica de filosofía. Universidad de Navarra

RESUMEN

Palabras Clave: Conciencia.
Cerebro humano.
Interdisciplinariedad.
Conocimiento. Neurociencia.
Percepción sensorial.

Key words: Human brain.
Interdisciplinarity. Knowledge.
Neuroscience. Sensorial
Perception.

Palavras-chave: *consciência;
cérebro humano;
interdisciplinariedade;
conhecimento; neurociência;
percepção sensorial*

El Proyecto Cerebro Humano es una iniciativa europea de investigación del cerebro para el avance de la neurociencia y para elaborar tecnología inspirada en la información cerebral. Es posible que las funciones superiores de la persona queden explicadas neurobiológicamente, aunque siga en pie la cuestión relevante ¿soy yo quien activa su cerebro o es el cerebro que me activa a mí? Una comprensión integral del cerebro requiere una visión profunda de esta estructura y de su organización que va desde el estudio genético hasta todo el conjunto del órgano y no puede dirigirse únicamente a un solo nivel. Muchos autores han puesto de relieve diferentes ideas acerca del funcionamiento cerebral. A pesar de este esfuerzo tan importante, se plantea la incógnita de si la neurociencia actual tiene las herramientas óptimas para explicar de manera pormenorizada el funcionamiento del cerebro humano. Para ello se analizan una serie de aspectos que se integran en los denominados procesos mentales. Actualmente la neurociencia no da razón de como es el funcionamiento global de nuestro cerebro. Necesariamente será imprescindible un trabajo interdisciplinar.

Correspondencia: Dr. Amadeo Muntané Sánchez. Hospital Universitario de Bellvitge. Departamento de Neurorradiología. C// Feixa s/n 08907 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. Mail: muntanesanchez@yahoo.es

ABSTRACT

The Human Brain Project is a European brain research initiative for the advancement of neuroscience and to develop technology inspired by brain information. It is possible that the superior functions of the person are explained neurobiologically, although the relevant question still stands. Am I the one who activates your brain or is it the brain that activates me? An integral understanding of the brain requires a deep vision of this structure and its organization that goes from the genetic study to the whole organ and can not be directed only to a single level. Many authors have highlighted different ideas about brain functioning. Despite this important effort, the question arises whether current neuroscience has the optimal tools to explain in detail the functioning of the human brain. To do this, a series of aspects that are integrated into the so-called mental processes are analyzed. Currently, neuroscience does not give a reason for how our brain works globally. Necessary interdisciplinary work will be essential.

RESUMO

O Projeto Cérebro Humano é uma iniciativa europeia de pesquisa do cérebro para o avanço da neurociência e para elaborar tecnologia inspirada na informação cerebral. É possível que as funções superiores de uma pessoa possam ser explicadas neurobiologicamente, ainda que a questão relevante se mantenha: sou eu quem ativa o cérebro ou é o cérebro que me ativa? Uma compreensão integral do cérebro requer uma visão profunda desta estrutura e de sua organização que vai desde o estudo genético até todo o conjunto do órgão e não pode se dirigir unicamente a um só nível. Muitos autores destacaram diferentes idéias acerca do funcionamento cerebral. Apesar deste esforço tão importante, emerge a incógnita se a neurociência atual tem as ferramentas ótimas para explicar de maneira pormenorizada o funcionamento do cérebro humano. Para tanto, uma série de aspectos que se integram nos chamados processos mentais são analisados. Atualmente, a neurociência não explica como é o funcionamento global de nosso cérebro. Necessariamente é imprescindível um trabalho interdisciplinar.

Introducción

El cerebro humano puede verse como un equipo inmensamente eficaz de autoaprendizaje, autoreparación, y de eficiencia energética. Si pudiéramos entender e imitar la forma en que funciona el cerebro, podríamos revolucionar la tecnología de la información, la medicina y la sociedad. Para ello se puso en marcha el Proyecto Cerebro Humano (The Human Brain Project: HBP). El HBP es una iniciativa europea de investigación del cerebro para el avance de la neurociencia y para elaborar tecnología inspirada en la información cerebral.

Según este proyecto una comprensión integral del cerebro requiere una visión profunda de esta estructura y de su organización que va desde el estudio genético hasta todo el conjunto del órgano y no puede dirigirse únicamente a un solo nivel.

Para conseguir esto, es necesaria una experiencia interdisciplinaria incorporando a la neurociencia disciplinas como la informática, la física y las matemáticas.

Por tanto una colaboración científica masiva es imprescindible para reconstruir el cerebro en modelos multinivel. La información moderna y las tecnologías de la comunicación (TIC) permiten los esfuerzos de colaboración necesarios.

La amplia caja de herramientas de las TIC más avanzadas para el reto de descifrar el cerebro humano incluyen plataformas de colaboración y desarrollo con bases de datos para su análisis y servicios informáticos que incluyen supercomputadoras y robots virtuales. Esto implica un desarrollo de software avanzado.

Por consiguiente el HBP pretende un enfoque radicalmente nuevo de la investigación cerebral. En él participan equipos internacionales multidisciplinares de científicos. Y promete nuevas herramientas para mejorar las posibilidades de desentrañar los misterios del cerebro. El objetivo es crear un conocimiento más profundo y unificado de cómo funciona el cerebro humano. De este modo, intenta marcar el futuro de la neurociencia, la medicina y la informática. La idea es desarrollar la base para lograr nuevas herramientas de diagnóstico, tratamiento para enfermedades del cerebro, nuevas tecnologías en prótesis para personas con discapacidad, y una nueva clase de tecnologías de la información de baja energía con una inteligencia similar a la del cerebro y, finalmente, una nueva generación de robots inteligentes (1).

Desde esta perspectiva una rama de investigación a considerar es el estudio de las relaciones cerebro-comportamiento. Gracias a este progreso en los métodos de agregación de datos se ha abierto un camino amplio para una caracterización sistemática y multiconceptual de las asociaciones de comportamiento para cualquier región del cerebro (2). Las técnicas de neuroimagen como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI) han producido un rápido crecimiento en el estudio de las relaciones cerebro-comportamiento (3), revelando localizaciones de los cambios en la actividad cerebral inducidos por las operaciones mentales. La fMRI tiene una mejor resolución espacial y temporal que el PET (4); y, por lo tanto, puede localizar los cambios de actividad durante eventos mentales específicos (5). Con este progreso tecnológico, los psicólogos cognitivos han obtenido una nueva herramienta para probar y perfeccionar modelos y teorías cognitivas (6). En este marco particular, el enfoque de activación puede considerarse experimental porque permite al investigador manipular libremente una variable independiente (condición de comportamiento) y observar su efecto sobre la variable dependiente (activación cerebral).

Estos trabajos que proporcionan una imagen intuitiva acerca del crecimiento del saber humano, pero se interpretan frecuentemente desde el convencimiento mágico de que estamos a punto de desentrañar el misterio global del cerebro humano. Y así, resulta natural pensar que los secretos del pensamiento humano estarán finalmente a nuestra disposición. Las funciones superiores de la persona quedarán explicadas neurobiológicamente, aunque siga en pie la cuestión relevante ¿soy yo quien activa su cerebro o es el cerebro que me activa a mí?

Las aportaciones más importantes que intentan explicar el funcionamiento global del cerebro y, por tanto, la relación entre la neurociencia y las funciones cognitivas superiores y el comportamiento racional, en especial en relación con la libertad psicológica de los seres humanos, han sido desarrolladas por Damasio, LeDoux, Pinker, Churchland, Crick, Smart&Amstrong, Searle, Putnam&Fodor y Sheldrake. Convendrá prestar atención a sus propuestas fundamentales. Una de las ideas centrales en la que se basa el HBP es que las leyes físicas de la naturaleza son las que permiten explicar cómo es el cerebro y los procesos cognitivos. Muchos autores han expresado diferentes teorías siguiendo este postulado. Como exponente principal tenemos a Antonio Damasio. Este autor pone de relieve que la razón humana depende de varios sistemas cerebrales que trabajan al unísono a través de muchos niveles de organización neuronal, desde las cortezas prefrontales al hipotálamo y al tallo cerebral. La actividad mental, desde sus aspectos más simples a los más sublimes, requiere a la vez del cerebro y del cuerpo. Por tanto el cuerpo tal como está representado en el cerebro proporciona algo más que el mero soporte y el marco de referencia para los procesos neuronales: proporciona la materia básica para las representaciones cerebrales, en definitiva, el cerebro y el resto del cuerpo constituyen un organismo indisoluble integrado por circuitos reguladores bioquímicos y neurales que se relacionan con el ambiente como un conjunto, y la actividad mental surge de esta interacción (7).

Joseph LeDoux ha elaborado una hipótesis general acerca de cómo nuestra esencia individual y subjetiva es producto de la relación entre el sistema límbico (emociones) y los circuitos de la corteza cerebral que controlan procesos cognitivos y motivacionales (8). De modo completamente contraintuitivo se da la vuelta a la experiencia ordinaria según la cual somos sujetos libres y protagonistas de nuestra propia historia. Ciertamente el impresionante desarrollo de la ciencia neural ha reforzado en muchos la creencia de que el cerebro tiene siempre la última palabra en la explicación de la conducta humana. Sin embargo, aceptar este último postulado supone adherirse a una visión neurobiológica de las decisiones humanas, de la que se seguiría poner seriamente en compromiso el concepto de libertad.

Igualmente para Steven Pinker la mente es un sistema de información y computación que nos permitió, durante el proceso evolutivo, entender los animales, plantas y objetos de nuestro ambiente. Nuestra historia personal, alegrías, tristezas, deseos y frustraciones existen en nuestro cerebro y son productos de la selección natural (9).

Paul Churchland considera que la existencia de la mente es una primitiva teoría precientífica y que los estados mentales como las creencias, deseos, sentimientos, intenciones no existen realmente. Tal psicología popular (folk psychology) debe ser sustituida por una neurociencia estricta, que parta de la idea de que las actividades cognitivas no son en última instancia nada más que actividades físico-químicas del sistema nervioso. Propone empezar por comprender el desarrollo de las neuronas y su comportamiento físico, químico y eléctrico, y solo después tratar de comprender lo que sabemos sobre la actividad cognitiva. Cuando la neurociencia haya alcanzado un nivel de desarrollo en el que la pobreza de nuestras concepciones actuales resulte evidente para todo el mundo, y se establezca la superioridad del nuevo marco de referencia, entonces seremos capaces finalmente de emprender la tarea de volver a pensar nuestros estados y actividades internos dentro de un marco conceptual verdaderamente adecuado. Las explicaciones que nos demos recíprocamente de nuestras conductas tendrán que recurrir a elementos tales como los estados neurofarmacológicos (10).

Francis Crick afirmaba que la ciencia del cerebro encuentra neuronas y procesos neuronales por todas partes. Todo queda reducido a los átomos químicos (11). Precisamente Crick y Koch esbozaron un modelo estructural acerca de cómo actúan las

neuronas para producir la consciencia. El modelo establece que la consciencia correlaciona con una oscilación semisincronizada en la banda de los 40-70 hercios de un subconjunto de neuronas del sistema cortical, de tal forma que las operaciones ocurren, principalmente, en el neocórtex y las estructuras asociadas (tálamo, ganglios basales y claustró), con probable intervención también del paleocórtex -asociado con el sistema olfativo-, mientras que el allocórtex (hipocampo) y el cerebelo no son esenciales en el proceso estricto de la consciencia (12).

Jack Smart y David Armstrong han propuesto que los procesos mentales son idénticos a los procesos cerebrales. La única explicación de la conducta humana que es posible establecer científicamente es la que se realiza en términos del funcionamiento físico-químico del sistema nervioso central. Las informaciones de los órganos sensoriales son transmitidas al cerebro, en la mente se transforman en experiencias, perspectivas, etc., y posteriormente la mente es capaz de actuar sobre el cerebro desencadenando procesos neuronales. Por consiguiente, los estados mentales son idénticos a los estados puramente físicos del sistema nervioso central y la psicología debe reducirse a la neurofisiología (13).

John Searle teoriza que los procesos mentales, conscientes o inconscientes, están causados por procesos cerebrales, pero no se reducen a estos sino que son fenómenos que emergen de los sistemas neurofisiológicos en el largo proceso evolutivo de la especie. Según Searle todos los fenómenos mentales están efectivamente causados por procesos que acaecen en el cerebro y para cualquier fenómeno mental, hay condiciones causalmente suficientes en el cerebro, por consiguiente los fenómenos mentales son solo rasgos del cerebro, es decir, propiedades físicas de alto nivel. En el ámbito físico debemos distinguir entre micropropiedades y macropropiedades. Las micropropiedades son las partículas, sus entrelazamientos, movimientos e interacciones; las macropropiedades serían fenómenos globales como la fluidez o la solidez de los cuerpos. No se puede decir que una molécula de agua sea líquida o sólida, pero sí se puede predicar la fluidez o la solidez de un conjunto de moléculas. En consecuencia, las propiedades mentales solo son características físicas de alto nivel de ciertos sistemas físicos (14).

Hillary Putnam y Jerry Fodor propusieron que los procesos mentales internos son estados funcionales del organismo cuyo órgano no es necesariamente el cerebro. Así, por ejemplo, el dolor no es un estado físico-químico del cerebro o del sistema nervioso, sino un estado funcional del organismo tomado en su totalidad. De este modo, los fenómenos mentales son estados funcionales del organismo y no es posible conocerlos estudiando procesos parciales en los que están implicados, como los procesos cerebrales. Según este argumento, la función puede ser desempeñada por sistemas muy distintos, ya que la naturaleza de sus componentes no es esencial para el correcto desempeño de su función. Una cosa es un reloj o un termostato por la función que realizan y otra el material del que están hechos. Del mismo modo, los deseos son estados de sistemas físicos que pueden estar hechos de diferentes tipos de materiales. Algo es un deseo en virtud de lo que hace y no en virtud de los materiales de los que su sistema está compuesto. No es analizando el sistema sino su función como comprenderemos el proceso (15,16).

Afirmar que la mente es una función puramente neuronal tiene inconvenientes porque existen diferentes aspectos que no acaban de correlacionarse adecuadamente. Es cierto que el sustrato anatómico y neuroquímico cerebral está relacionado directamente con todas las características que componen la mente. Pero no es menos cierto que hay algunas actividades que cuando se pretende establecer su origen de modo puramente neural resulta difícil comprender su propia naturaleza como funciones cognitivas y mentales.

El biólogo Rupert Sheldrake dice que es indiscutible que el cerebro está constituido por una estructura físico-química, pero todo esto no prueba que su función se reduzca únicamente a un sistema sináptico-neuronal. Sheldrake pone una analogía con un radio transistor: «Imagínese que alguien que no sabe nada sobre aparatos de radio ve uno y se queda encantado con la música que sale de él, y trata de entender el aparato. Puede pensar que la música procede totalmente del interior del aparato, como resultado de complejas interacciones de sus elementos. Si alguien le sugiere que realmente viene de fuera, a través de una transmisión desde algún otro lugar, podría rechazarlo argumentando que él no ve entrar nada en el aparato. Tampoco podría medir nada, porque la radio pesa lo mismo encendida que apagada. Y aunque por ahora no entienda, podría pensar que algún día, después de mucho investigar las propiedades y funciones de todas las piezas, logrará entender su secreto. Cuando ese día llegue, no sabrá nada de las ondas de radio, pero pensará que ha entendido el aparato, incluso podrá ponerse a demostrar que lo ha entendido: las piezas son cristales de silicio, hilos de cobre y demás. Conseguirá esas piezas y hará una réplica del transistor por la que salga la misma música. Entonces afirmará: “Ya he comprendido perfectamente esta cosa; he sintetizado un aparato idéntico a partir de sus mismos elementos”. Pero ya se ve que el ingenio imitador no ha comprendido cómo funciona el transistor. Aunque hubiera sido capaz de construir el aparato, aún no sabría nada sobre ondas de radio, y mucho menos sobre música» (17).

1. A pesar de las diferentes teorías que se han expuesto, por el momento, no se han logrado explicar los mecanismos neuronales precisos que tienen lugar en el proceso de la conciencia. Es un hecho comprobable que existe un sustrato anatómico y neurobiológico para su desarrollo, lo cual viene avalado por el hecho de que lesiones encefálicas pueden dar lugar a trastornos de conciencia. Sin embargo, aunque es necesaria la concurrencia del tejido nervioso en la elaboración de la conciencia,
2. esta actividad no puede reducirse únicamente a la función neuronal. Juan Arana pone de relieve que el fenómeno de la conciencia constituye hasta el momento un desafío inabordable (18).

Hay que tener en cuenta que la percepción del tiempo es intemporal y no física. Esto induce a pensar que hay un componente de inorganicidad en el proceso de la conciencia. De hecho John Eccles se oponía a cualquier intento científico por reducir la conciencia a la actividad neuronal. Eccles decía que la conciencia subjetiva que tenemos de nuestras operaciones mentales no se explica únicamente por una compleja red neuronal funcionante. Para Eccles, el cerebro no es una estructura lo suficientemente compleja para dar cuenta de los fenómenos relacionados con la conciencia y los procesos mentales, por lo que hay que admitir la existencia autónoma de una mente autoconsciente distinta del cerebro, como una realidad no material ni orgánica que ejerce una función superior de interpretación y control de los procesos neuronales. Sostiene que el «yo» actúa sobre el cerebro en unas agrupaciones neuronales ubicadas en el hemisferio cerebral dominante a nivel de las áreas asociativas, las cuales están relacionadas con las demás estructuras cerebrales: la mente recogería e integraría las señales emitidas por el cerebro, y a su vez la mente actuaría sobre estos grupos neuronales y, a través de ellos, sobre los demás. Las informaciones procedentes de los órganos sensoriales son transmitidas al cerebro, pero solo en la mente se transforman en las experiencias perceptivas, que son distintas a los procesos cerebrales (19).

El conocimiento, como ha puesto de manifiesto Polo con multitud de argumentos, es una actividad inmanente (20). Es un acto por el que cognoscente posee las formas ajenas como ajenas, las respeta y las deja tal como las encontró, pero al conocer las posee de algún modo como objeto. Cuando conocemos un objeto no lo introducimos en el cerebro a través de los ojos, puesto que lo destruiríamos, por lo tanto conocemos la cosa desmaterializada. Por ejemplo, la figura de una manzana, que varias personas ven (sujetos cognoscentes), está presente en estos sujetos no como algo materialmente poseído y que, por tanto, la configure de manera física, sino como figura de la manzana, como forma ajena. Consecuentemente, el conocimiento es la operación por la que en un ser se hace presente la forma de otro, de un modo inmaterial. Por tanto, en el conocimiento la posesión del objeto no es físico-molecular. Si vemos una cosa poseemos su color, su tamaño, su figura, pero no poseemos su realidad material. Captamos sus cualidades y sus formalidades, pero sin la materia que la compone, es decir, en el cerebro esa captación de la realidad carece de una configuración física. Para las cosas ser o no ser conocidas nos les añade ni les quita nada, no las afecta. En cambio, quien conoce sabe algo que antes ignoraba. El conocimiento en sí mismo no es un fenómeno físico aunque dependa de condiciones físicas concretas. Como dice Searle: Las cosas tienen colores cuando las vemos, pero nuestro ver no tiene ningún color. La experiencia visual del verde no es de ninguna manera verde (21).

El conocimiento tiene su origen en la experiencia sensible, en esta etapa se conoce por medio de la experiencia. Con la abstracción comienza el conocimiento intelectual humano. Por tanto, desde la imagen percibida por la acción del intelecto se forma el concepto. Mediante el concepto elaborado, el individuo reproduce la diversidad de cosas, conservando la esencia de lo conocido y no dejándose guiar por el tamaño, forma, color, etc. La inteligencia no es la que retiene las imágenes a diferencia de los sentidos. La inteligencia articula y establece el concepto por la abstracción. El acto de entender un objeto no es imaginárselo, sino que desde la imagen se abstrae lo esencial y se elabora el concepto y esta acción carece de átomos. Un concepto no está formado físicamente en el cerebro. Esto hace comprensible que entre el conocer y lo conocido intelectualmente no haya tiempo, sino simultaneidad, se trata de un acto que, desde el principio, ya ha alcanzado su fin (22). La inteligencia es operativamente infinita; no hay un último objeto que sature la inteligencia humana, de tal modo que no se pueda pensar más allá de él. Por ese motivo la inteligencia es una facultad que implica inorganicidad. Si no fuera así, ¿cómo sería posible que teniendo un número finito de neuronas fuéramos capaces de tales operaciones? o incluso ¿cómo podríamos pensar en conceptos como infinito o eterno? Por consiguiente parece razonable que la inteligencia sea una potencia inorgánica, y, por tanto, su acto no puede estar constituido por una actividad sináptica neuronal.

Podemos conocer o entender nuestros actos de conocimiento, es decir, podemos reflexionar. En la reflexión el entendimiento se entiende a sí mismo. Mentalmente podemos ejercer la reflexión, en la cual un ser se vuelve sobre sí mismo y se conoce a sí mismo, esto no consiste en examinar un problema o reflexionar sobre algo, sino en reflexionar sobre sí, o sea, puede decirse que conozco que conozco que conozco (repetición intencionada que indica esta capacidad). Cuando un sujeto entiende una cosa, entiende que entiende esa cosa y al mismo tiempo entiende todo este proceso. El cerebro no

puede volverse sobre sí mismo, dado que dos partes físicas no pueden coincidir en virtud de la impenetrabilidad de la materia. Para que un sujeto pudiera tocar su tacto, sería necesario no que una mano tocara a la otra, sino que la mano penetrara en sí misma, cosa imposible. Por tanto, las neuronas no pueden reflexionar sobre sí mismas.

Leonardo Polo afirma que «en la reflexión, el acto de pensar versa sobre el acto de pensar y ninguna cosa se vuelve sobre sí misma de manera que siga siendo en ese volverse» (23): El fuego quema las cosas, pero no se quema ni puede quemarse a sí mismo. Y el fuego pensado no quema nada, pero esa idea me permite manejarlo a mi favor. El pensamiento no se quema en absoluto al pensar el fuego, pero puede seguir pensando y pensando que acaba de pensar en el fuego y luego todavía seguir pensando.

La percepción es un proceso cerebral procedente de nuestros sentidos principales, es decir: vista, oído, olfato, gusto y tacto. Es el primer proceso cognitivo, a través del cual los sujetos captan información del entorno.

La percepción tiene lugar en las áreas corticales cerebrales correspondientes. No obstante, todavía no se ha podido explicar cómo es posible tener la experiencia subjetiva del sabor, color o dolor. No cabe duda de que las redes neuronales son imprescindibles para la experiencia subjetiva de la percepción; pero el interrogante es cómo pasamos de los cambios iónicos y de los circuitos sinápticos a la posibilidad de ver tridimensionalmente, de distinguir los colores, el movimiento. ¿Qué es lo que hace que desde las redes neuronales corticales yo oiga, vea o sienta?

En el movimiento voluntario intervienen diferentes partes del sistema nervioso. En la motricidad voluntaria existe una acción que consiste principalmente en una decisión de la voluntad, con una programación del acto motor y la ejecución de este. Para que ocurra un movimiento voluntario debe iniciarse la idea de moverse y la decisión volitiva de hacerlo. Cuando la actividad cortical se desplaza al área motora de la corteza cerebral, se produce la orden ejecutiva para que finalmente a través de la vía piramidal, que pasa por la médula espinal, y de los nervios periféricos se produzca la contracción muscular.

¿Existe algún núcleo nervioso cerebral que sea el responsable de la voluntad del ser humano? Wilder Penfield aplicaba electrodos en diversas localizaciones cerebrales a pacientes que tenían que ser intervenidos y estaban conscientes. Un paciente movió el brazo cuando se estimuló el área cortical motora. Al preguntarle si había tenido voluntad de mover el brazo, respondió que él no había sido, sino que era el doctor quien se lo había hecho mover. Penfield estimulaba las neuronas responsables del movimiento, pero estas neuronas no eran las causantes de la voluntad del movimiento. Penfield buscó algún centro cerebral que al ser estimulado creara la voluntad de mover el brazo; jamás lo pudo encontrar (24).

La libertad es la característica nuclear del ser personal, de su coexistir. La libertad es una propiedad de la voluntad, capaz de elegir guiada por la razón. Elección, señorío y poder efectivo son muestras de la libertad humana. Se puede hablar de libertad de acción cuando no existen obstáculos que impidan al sujeto realizar sus designios. Soy libre, en este caso, si puedo meterme en un comercio para comprar lo que quiero sin que nadie me lo impida. Además de la libertad de acción, existe también la denominada libertad de querer o libre albedrío, es decir, alguien es libre cuando las decisiones que toma son realmente suyas.

Hay quien afirma que ninguno de los actos de nuestra voluntad es libre, sino necesariamente preestablecido. Nuestra libertad no es más que el resultado de un fenómeno fisiológico del sistema nervioso. Están de acuerdo con el denominado determinismo, el cual declara ilusorias nuestras percepciones espontáneas e intuitivas de que somos libres en nuestras acciones y en nuestra vida. La creencia en la libertad es simplemente una ceguera ante la realidad. El llamado «neurodeterminismo» lleva hasta sus últimos extremos la tesis de que todo el pensamiento y la voluntad del ser humano dependen de la arquitectura y de las correlaciones neurobiológicas de nuestro sistema nervioso. Según la cosmovisión del determinismo físico (según el cual todo fenómeno está prefijado de una manera necesaria por las circunstancias o condiciones en que se produce, y, por consiguiente, ninguno de los actos de nuestra voluntad es libre, sino necesariamente preestablecido), la investigación neurocientífica mostraría que estas características son una ilusión, ya que los procesos neuroquímicos implicados en las funciones cerebrales que están en la base de nuestras acciones están determinados anteriormente de manera causal (25).

Uno de los experimentos que más han influido en la visión «neurodeterminista» fue el que realizó Benjamin Libet. Puso de relieve que existen unos potenciales corticales de preparación o «anticipatorios» en la denominada corteza motora secundaria que preceden en aproximadamente 350 milisegundos a la acción consciente de realizar un movimiento voluntario. De ahí parecía desprenderse que, en realidad, son procesos neuronales inconscientes los que causan los actos volitivos «aparentemente» voluntarios. La preciada y exaltada libertad humana podría ser simplemente un mero espejismo «neurobiológico» (26).

En estos experimentos se presupone que la libertad está determinada por unos procesos neurales que se corresponden con estados mentales de forma causal directa. Pero nosotros nos sentimos dueños de nuestros actos, en los que actuamos

como personas. La libertad no se puede asignar, por lo tanto, a un estado mental determinado, sino a la persona en su totalidad.

Aceptar que somos nuestro sistema nervioso pone en entredicho la experiencia de que somos libres y compromete seriamente la conciencia de nuestra responsabilidad. Por tanto, aunque el ejercicio de la libertad humana precisa del adecuado funcionamiento de nuestra constitución cerebral, esto no excluye el componente de inorganicidad que supone conocer y decidir. Esto invita a pensar que comprender el entrelazamiento de la libertad y la configuración biológica del hombre exige una aproximación diferente.

Investigadores del Dartmouth College de Hanover en EEUU han descubierto que la imaginación nace en una red neuronal que denominan «área de trabajo cerebral». Este experimento se ha realizado mediante resonancia magnética funcional (27). El objeto de la imaginación es la imagen sensible. Imaginar una cosa, como puede ser un libro, no supone la incorporación estructural del libro en el cerebro, la imagen del libro que se ha elaborado en nuestra mente no está formada por los átomos que constituyen las páginas de papel y la tinta de las letras. Este objeto que imaginamos no está materialmente en el cerebro: no ocupa volumen ni tiene peso. El acto imaginativo supera las condiciones de lo material porque no recae inmediatamente sobre las cosas sino sobre la imagen de ellas. ¿Cómo es posible tener experiencia subjetiva de esta representación? La respuesta va más allá que el hecho de afirmar que la imaginación sucede en un área cerebral concreta.

Según se ha expuesto anteriormente, en los procesos mentales hay un componente neuronal y otro que no puede definirse como una estructura físico-molecular. La conciencia, el conocimiento, la percepción, la imaginación y la libertad son aspectos que por una parte necesitan el tejido cerebral para su elaboración y expresión, pero por otra parte hay un componente que no es físico. Sin embargo, el intelecto, la reflexión, la experiencia subjetiva de la percepción y de la imaginación, y la voluntad son aspectos que propia e intrínsecamente no son físicos. Sus acciones, en sí mismas, no pueden desarrollarse a base de interacciones neuronales. El concepto de intrínseco hace referencia a la cualidad o el valor que es propio de la cosa por sí misma y no le viene de fuera. Lo tiene en todas las circunstancias y no depende de éstas, mientras que extrínseco se dice de la cualidad o circunstancia que no pertenece a la cosa por su propia naturaleza, sino que es adquirida o superpuesta a ella. El intelecto en su propio acto de entender no requiere organicidad. La reflexión no puede llevarse a cabo, como se ha mencionado, con un elemento material. La experiencia subjetiva de los sentidos no obedece en última instancia a una red neuronal. La voluntad no es un ente físico (Tablas I y II).

Tabla I: Procesos que requieren sustrato neuronal y componente no físico.

	Sustrato neuronal	Componente no físico-molecular
Conciencia	sí	sí
Conocimiento	sí	sí
Percepción	sí	sí
Imaginación	sí	sí
Libertad	sí	sí
Memoria	sí	sí

Tabla II: Procesos con un componente intrínseco no físico.

Componente intrínseco no físico-molecular
Intelecto
Reflexión
Voluntad
Experiencia subjetiva de la percepción e imaginación

La conexión entre el cerebro y los actos mentales no es meramente externa, y no sería correcto, por tanto, plantearla en los términos de quién mueve o acciona a quién y cuál es el punto de sutura entre ambos. Es cierto que la neurociencia basada en estudiar las regiones cerebrales, los circuitos neuronales y las moléculas nos ha conducido por un largo camino. Este, sin embargo, no basta para explicar el funcionamiento del cerebro.

Se debería observar el cerebro, no únicamente como una interconexión compleja de neuronas, sino como una articulación sistémica, en la que hay algo más, que no conocemos, pero que podemos deducir su presencia a tenor de nuestras experiencias mentales y cognitivas a las que hemos hecho referencia. Debe existir alguna clave o enigma capaz de proporcionar una explicación plausible de cómo funciona nuestro cerebro en su conjunto mediante la unificación de la

actividad neuroquímica cerebral y lo mental de modo consciente o inconsciente mediante una información sofisticada y altamente procesada, de naturaleza desconocida, que subyacería a la acción volitiva, a la percepción y a la abstracción más intensa que requiere el pensamiento humano. Esta unificación haría posible la cognición, las emociones, así como la toma de decisiones en las ejecuciones que se realiza en la conducta moral mediante lo que le es propio: reprocesar alternativas y elegir la óptima.

Conclusión

¿Puede, por tanto, la neurociencia explicar el funcionamiento global del cerebro? Esta pregunta que nos ha servido de título nos propone un gran desafío científico e intelectual. El cerebro, con su maravillosa configuración y su sofisticado funcionamiento, contiene un enigma, que con los dispositivos actuales de experimentación y con los conceptos científicos al uso no es posible descifrar: somos capaces de pensar libremente. Ese enigma, que es también una experiencia, puede ser un presupuesto real de la misma investigación neurocientífica. Seguramente la neurociencia ha comenzado por la advertencia del mal funcionamiento de algunas funciones mentales, pero esa experiencia supone su funcionamiento normal. Por esa razón, el proceso de completar una ciencia del cerebro humano en su conjunto puede llevar años e incluso puede resultar imposible de alcanzar sin una adecuada interdisciplinariedad y sin una consideración ampliada de la razón misma. No cabe duda de que el sustrato nervioso es necesario y requiere la integración dinámica de múltiples áreas cerebrales para que se den los procesos mentales. Sin embargo, conocer qué regiones del cerebro y qué conexiones participan en estos procesos y, aunque tuviéramos la fortuna de que se construyeran potentes ordenadores que imitaran la inteligencia del hombre con sus diversas vertientes o incluso que pudiéramos establecer conexiones cerebro-máquina relevantes, eso no significaría por sí mismo que conociéramos absolutamente el funcionamiento del cerebro de manera plena y total. Este asalto de la neurociencia sobre las acciones propiamente humanas requerirá posiblemente un estudio más profundo y complejo del que se está desarrollando hoy en día. Por tanto, si seguimos el mismo camino, la respuesta a nuestra pregunta inicial sería “no”: no podemos explicar con estas herramientas intelectuales el funcionamiento de la inteligencia y de la libertad humanas. Es preciso, pues, un esfuerzo intelectual mayor para pensar el núcleo de nuestro ser humano.

REFERENCIAS

- Amunts K, Ebell C, Muller J, Telefont M, Knoll A, Lippert L. The Human Brain Project: Creating a European Research Infrastructure to Decode the Human Brain. *Neuron* 2016;92:574-581.
- Sarah Genon, Andrew Reid, Robert Langner, Katrin Amunts, Simon B. Eickhoff. How to characterize the function of a brain region. *Trends in Cognitive Science* 2018; 22: 350-364
- B.R. Rosen, R.L. Savoy. fMRI at 20: has it changed the world? *Neuroimage* 2012; 62 : 1316-1324.
- Raichle. A brief history of human brain mapping. *Trends Neurosci* 2009; 32: 18-126.
- J.B. Brewer, et al. Making memories: brain activity that predicts how well visual experience will be remembered. *Science* 1998; 281: 1185-1187.
- R. Henson. What can functional neuroimaging tell the experimental psychologist? *Q. J. Exp. Psychol* 2005; 58: 193-233.
- Damasio A. El error de Descartes. Barcelona: Crítica; 2006.
- Ledoux J. El cerebro emocional. Barcelona: Planeta; 1999.
- Steven Pinker. Cómo funciona la mente. Barcelona: Destino; 2001.
- López Corredoira M. Algunas respuestas a las críticas al materialismo en el problema mente-cerebro. En C. Diosdado, F. Rodríguez Valls, J. Arana, Ed. *Neurofilosofía. Perspectivas contemporáneas*. Sevilla: Thémata/Plaza y Valdés; 2010. p. 129-141.
- Crick F. The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul. New York: Scribner; 1995.
- Crick F. and Koch Ch. Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in the neurosciences* 1990; 2: 263-275.
- Armstrong D. The Nature of Mind (Brisbane: University of Queensland Press; 1980). Publicado originalmente en Borst CV, editor. *The Mind/Brain Identity Theory* (Londres: Macmillan; 1970).
- Searle J. La mente, una breve introducción. Bogotá: Norma; 2006.
- Putnam H. Minds and Machines. En: Sydne y Hook, editores. *Dimensions of Mind*. New York: New York University Press; 1960.
- Fodor JA. La explicación psicológica. Madrid: Cátedra; 1980.
- Polkinghorne J. Ciencia y teología. Sal Térrea; 2000.
- Juan Arana. La conciencia inexplicada. BIBLIOTECA NUEVA; 2015.
- K. Popper, John Eccles. The Self and Its Brain. An Argument for Interactionism, Springer, Berlin; 1977.
- Leonardo Polo. Curso de teoría del conocimiento I, EUNSA; 2015.
- John R. Searle. Ver las cosas tal como son. Una teoría de la percepción. Cátedra, Madrid; 2018.
- Rafael Corazón. Filosofía del conocimiento. EUNSA; 2002.
- Polo L. ¿Qué es el hombre-Un espíritu en el mundo? Madrid: Rialp; 1965.
- María Gudin. Cerebro y Bioética (p. 265-278) en *Manual de Bioética* (Gloria M. Tomás coord.) Ariel, 2001, recogiendo en gran parte las ideas de su libro *Cerebro y Afectividad*. Colección Astrolabio Salud. EUNSA. Pamplona, 2001.
- José M. Giménez-Amaya, José I. Murillo. *Scripta Theologica*. 2009; 41 (1): 13-46.
- Libet BW. Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behav Brain Sci*. 1985;8:529-66.
- Antonio Rial. Repensar el cerebro: secretos de la neurociencia. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions; 2016.