

# NEUROCIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO

Laura Moreno

**EJE 1**

Conceptualicemos



Introducción . . . . .	3
Historia de las neurociencias de la conducta. . . . .	4
Breve introducción a la historia de las neurociencias de la conducta . . . . .	5
Importancia de las neurociencias para el inicio y desarrollo de la psicología . . . . .	6
Historia y desarrollo de las neurociencias . . . . .	8
Técnicas de investigación y estudio de la psicofisiología . . . . .	19
Conclusiones . . . . .	23
Bibliografía . . . . .	26



# Historia de las neurociencias de la conducta





Figura 1.  
Fuente: shutterstock/263368988

## Breve introducción a la historia de las neurociencias de la conducta

En un principio, se sospechaba que los hombres eran gobernados por su corazón, de hecho, aún en nuestra época escuchamos que alguien es “de mal corazón” o tiene “el corazón hecho pedazos” para señalar que el centro de sus “sentimientos” está dañado. Al parecer, esta alusión al corazón como generador y gobernador de la conducta nace de observar que ante emociones intensas este se acelera de manera contingente con el evento en cuestión (Carlson, 2014; Kolb y Whishaw, 2002). La investigación en neurociencias ha demostrado que las respuestas emocionales y de toma de decisión (entre otras) están físicamente alojadas en el cerebro y que, por lo tanto, allí es donde hay que buscar explicaciones a los fenómenos psicológicos. No obstante, pasaron siglos antes de que comenzáramos a buscar respuestas en el lugar apropiado: Hipócrates (460-370 a. C.), médico griego, señalaba que el corazón no era importante para explicar la conducta de las personas o las alteraciones “mentales”, sino que era el cerebro el que realmente se ocupaba de estas tareas (Carlson, 2014). Más adelante, Galeno (130-200 d. C.) estuvo de acuerdo con las observaciones de Hipócrates e incluso se dedicó a la disección de los encéfalos de varias especies con el fin de observarlos (Fischer, citado en Carlson, 2014).

Dando saltos en la historia, llegamos hasta Descartes (1596-1650), quien, buscando la naturaleza del conocimiento y reflexionando sobre la naturaleza falible de los sentidos, concluyó que los humanos están constituidos por dos tipos de sustancias: una física, que funciona como una máquina, y una inmaterial, que gobierna el funcionamiento de la máquina. Esta forma de pensamiento se denominó **dualismo**, dado que invoca dos tipos de sustancias que interactúan para producir la experiencia (Kolb y Whishaw, 2002). **En este sentido, Descartes dio lugar a uno de los problemas más importantes de la psicología y la neurociencia: el problema mente-cuerpo** (Kolb y Whishaw, 2002; Carlson, 2014; Kalat, 2004).

Las formulaciones dualistas son variadas y han permeado los modelos en psicología; sin embargo, la psicología fisiológica y las neurociencias de la conducta parten de una idea **monista** que propone que “lo mental” y “lo físico” son lo mismo (Kolb y Whishaw, 2002; Carlson, 2014; Kalat, 2004).

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que esta asignatura parte de principios basados en la observación y la experimentación y supone que la conducta es resultado de la actividad del sistema nervioso y, por tanto, está alojada físicamente y es susceptible de estudio científico (Kolb y Whishaw, 2002; Carlson, 2014; Kalat, 2004). Así, descansamos sobre la evidencia empírica derivada de la observación sistemática y la aplicación de diversas estrategias de investigación para sustentar nuestras afirmaciones (Pinel, 2001).

Desde los tiempos de Hipócrates hasta hoy, el desarrollo tecnológico ha dado lugar a mejores formas de visualización del cerebro y estrategias sofisticadas para asomarnos a su interior y comprender su funcionamiento.

## Importancia de las neurociencias para el inicio y desarrollo de la psicología

Partiendo de lo expuesto, podemos comprender que la neurociencia de la conducta provee un marco explicativo en psicología que nos permite aproximarnos de manera científica a los trastornos del comportamiento, así como a las conductas relevantes para la supervivencia, estudiando lo adaptativo y lo desadaptativo de la conducta, a través de un marco explicativo sustentado en la evidencia obtenida por metodologías variadas (Kolb y Whishaw, 2002; Carlson, 2014; Kalat, 2004; Pinel 2001).

Incorporar el conocimiento de la neurociencia permite una comprensión más amplia de los problemas de salud mental, dándoles una naturaleza observable y susceptible de ser estudiada por medios objetivos. En psicobiología utilizamos una perspectiva monista, práctica y empírica (Carlson, 2014). Por esto:



### Dualismo

Postura filosófica que sostiene que hay una diferencia entre cuerpo y alma. El cuerpo es físico y comparte principios físicos, pero el alma no (Carlson, 2014).



### Monismo

Postura que plantea que el mundo está compuesto de materia y energía y, en ese sentido, lo mental es resultado de la actividad cerebral (Carlson, 2014).

1. En las neurociencias de la conducta empleamos el método científico como aproximación al estudio de la conducta, y creemos que la conducta es resultado de un proceso evolutivo.

2. Partimos del supuesto de que las “actividades mentales” están alojadas físicamente en el cerebro.

3. Buscamos constantemente sustento para nuestras afirmaciones a través de la prueba de hipótesis, la búsqueda de asociación entre variables, la observación de casos y el diseño de situaciones experimentales, con el fin de elucidar los principios que permiten explicar la relación entre cerebro y conducta.

El aprendizaje de las neurociencias constituye un emocionante desafío que involucra no solo aprender la relación de una estructura con una actividad, sino también comprender que esa relación tiene que ver con las personas con las que tratamos cotidianamente: cuando incluimos en la explicación parte del elemento psicobiológico, ganamos territorio en términos del alcance y la calidad de nuestra formulación (o de la intervención). Asimismo, sabemos que, en términos prácticos, entender el papel de las variables biológicas (por ejemplo, en una patología como el insomnio) nos permite concebir su relación con las prácticas del sujeto, generar mejores intervenciones (por ejemplo, reconociendo que algunos elementos ambientales pueden afectar el ciclo circadiano; igualmente, si reconocemos que los elementos genéticos pueden ser variables relevantes a la hora de determinar susceptibilidad a una afección como el insomnio) y proveer soluciones desarrolladas con calidad y sustento empírico.

Los psicólogos con formación en bases biológicas tienen la oportunidad de desempeñarse en campos variados entre los que se incluyen diferentes formas de práctica clínica (clínicas de “salud mental”, hospitales geriátricos, centros de diagnóstico neuropsicológico), escenarios de práctica investigativa (laboratorios, centros de investigación farmacéutica, institutos de investigación, universidades, entre otros) e incluso instituciones especializadas donde se requiere un alto nivel de experticia en el campo para desempeñarse o intervenir (por ejemplo, las oficinas de reclutamiento de las Fuerzas Armadas) (Portellano, 2005).

La neurociencia conductual es una disciplina exigente en términos del grado de estudio que requiere, pero también tiene una alta demanda de profesionales calificados, dado que el desempeño esperado no solamente implica nombrar la estructura del cerebro, sino también saber cómo funcionalmente eso está involucrado en aspectos de la conducta que pueden resultar explicativos de las acciones de los sujetos en escenarios tan diversos como los enunciados en el párrafo anterior.

Cabe señalar que la neurociencia de la conducta, además de ser una disciplina con múltiples posibilidades de desempeño profesional, también implica un alto nivel de trabajo colaborativo e interdisciplinar: ella ha crecido de la mano con disciplinas como la biología, la medicina, la genética, la antropología y la neurología, lo cual abarca un

amplio cuerpo de conocimientos e involucra una serie de relaciones entre diferentes áreas de trabajo que le han permitido consolidarse y enriquecerse a partir de la incorporación del conocimiento de cada área, con el fin de proveer mejores formulaciones teóricas e intervenciones prácticas. Asimismo, implica que el vocabulario de la asignatura incluye diferentes campos de conocimiento y requiere que lo aprendas con precisión, puesto que, al usarlo, debes poder discriminar en qué contexto es apropiado su uso y cuándo debes ajustarlo al lenguaje de interlocutores no expertos en cada uno de los campos (por ejemplo, comunidad, cuidadores, educadores, entre otros). Esta asignatura también demanda que conozcas conceptos de las otras disciplinas y que puedas reconocerlos y usarlos adecuadamente en diferentes contextos.

El conocimiento reciente en neurociencias ha favorecido nuevas intervenciones que involucran lo psicológico con lo tecnológico y lo biológico, lo cual ha permitido comprender de formas diferentes el papel del psicólogo en los procesos de intervención e investigación. Un ejemplo de ello es la terapia de **neurofeedback**, que se emplea para manejar situaciones como ansiedades específicas, trastornos del aprendizaje y el trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (Bakhshayesh, Hänsch, Wyschkon, Rezai y Esser, 2011).

## Historia y desarrollo de las neurociencias

Hasta este punto nos hemos aproximado de modo general a la pregunta ¿cómo hemos llegado a construir lo que sabemos sobre el cerebro? A partir de aquí se pretende hacer un acercamiento detallado incluyendo aspectos de la historia y la actualidad, con el fin de esbozar un panorama más completo. Para lo anterior se recomienda hacer la lectura de este texto:



### ¡Lectura complementaria!

*La contribución de la neurociencia a la comprensión de la conducta: El caso de la moral*  
Andrea Slachevsky, Jaime Silva, María Luisa Prenafeta y Fernando Novoa



### Instrucciones

Te invitamos a realizar el control de lectura que encontrarás en las actividades de aprendizaje de este eje.



En primer lugar, debemos señalar que la dicotomía entre el corazón y el cerebro comenzó mucho tiempo atrás, antes de que el desarrollo científico nos permitiera estudiar en detalle las funciones del corazón y el cerebro separadamente. Los que estaban a favor de que las funciones mentales eran labor de la razón invocaron la **hipótesis cardíaca**, mientras que los que pensaban que era el cerebro, generaron la **hipótesis cerebral**. En ese sentido, Alcmeón de Crotona (500 a. C., aproximadamente) era representante de la hipótesis cerebral y Empédocles de Acragas (490-430 a. C., aproximadamente) de la cardíaca (es decir, el corazón como generador de la actividad mental) (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005).



#### Hipótesis cardíaca de la conducta

Aproximación precientífica de la conducta, tendiente a explicar que los actos humanos son resultados de la actividad del corazón, como generador de las emociones (DeCatanzaro, 2001).



#### Hipótesis cerebral de la conducta

Formulación en la que se proponía que el cerebro era el responsable de las facultades humanas (DeCatanzaro, 2001).

Por su parte, Platón invocó el *alma tripartita* como una forma de zanjar la cuestión. Había tres tipos de apetitos (apetitivos o concupiscibles, irascibles y racionales) que eran gobernados por partes diferentes del cuerpo. De esta manera, buscaba señalar que el nivel superior de conducta era logrado por el cerebro (nuestra parte más elevada) (Kolb y Whishaw, 2002). El control racional dependía del cerebro, mientras que los apetitos carnales y emocionales eran cubiertos por los genitales y el corazón, respectivamente.

Aristóteles estableció una relación entre el tamaño del cerebro y el cuerpo de otros animales y concluyó que el cerebro humano es grande con relación al tamaño relativo de nuestro cuerpo. Pensó que el cerebro era una especie de mecanismo de refrigeración de la sangre, dado que nuestra sangre (a su modo de ver) era más cálida que la de las otras especies y requería un sistema más grande de refrigeración. Así, el corazón era el origen de los procesos mentales y el cerebro no era más que un mecanismo de refrigeración de la sangre (Kolb y Whishaw, 2002).

Más adelante, Hipócrates (460-377 a. C.) y Galeno (129-199 d. C.) se decantaron por la hipótesis cerebral, como resultado de sus observaciones sobre la relación entre el daño cerebral y las alteraciones en la conducta. Sin embargo, Galeno supuso que la actividad mental era generada por el líquido cefalorraquídeo, de forma que durante mucho tiempo esta idea se mantuvo en la práctica, hasta que Andrea Vesalius (1511-1564) propuso que la fuente de los procesos mentales era el tejido cerebral y no el líquido cefalorraquídeo (Portellano, 2005).

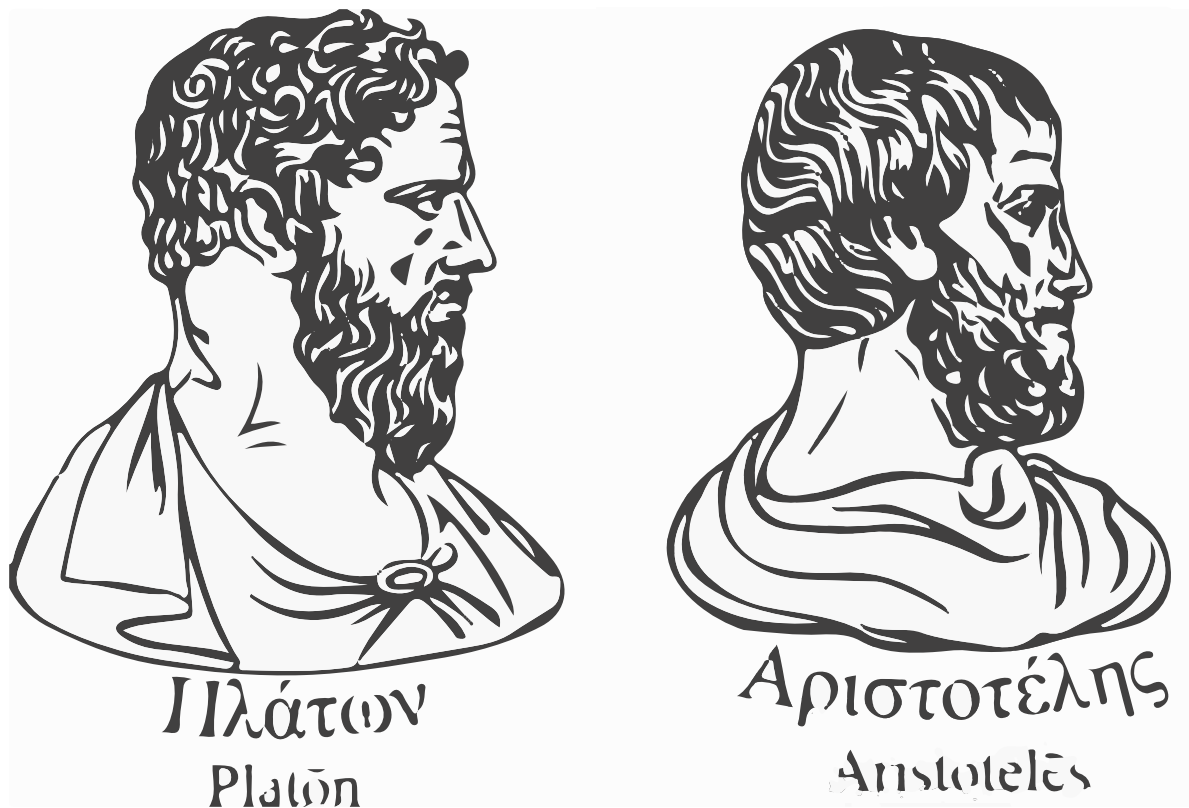


Figura 2.  
Fuente: shutterstock/107363663

El aporte de Vesalius trajo consigo una dificultad: no bastaba con saber que el cerebro controlaba las funciones intelectuales, era necesario saber cómo lo hacía. Una de las primeras propuestas orientadas a trazar puentes entre el cerebro y los procesos mentales fue de Descartes, quien planteó que el cuerpo y el alma (la forma en la que denominó los procesos mentales, particularmente aquellos que implicaban el uso de la “razón”) eran dos tipos de esencias: una material, medible y observable a simple vista, y otra inobservable, sin cualidades físicas como la medición y la cuantificación.

El cuerpo como principio material obedecía a los principios básicos de la mecánica y era, por tanto, similar al de las otras especies en el mundo; mientras que el alma era aquello que nos diferenciaba de las otras especies y marcaba nuestra conducta como “especial”. Esta afirmación de Descartes en la que lo físico y lo mental eran cosas diferentes que interactuaban marcó el punto de partida para la corriente filosófica dualista (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005; Carlson, 2014).

La tradición dualista marcó la forma en que se percibe lo psicológico y representa una de las ideas más aceptadas por los no psicólogos para explicar la conducta; sin embargo, los psicólogos y, en general, los neurocientíficos se han distanciado de esta propuesta debido a los problemas epistemológicos que reviste y la pérdida de alcance explicativo que resultaría de asumir la conducta como resultado de fuerzas inobservables. Como se mencionó, los psicólogos y los neurocientíficos somos materialistas en el sentido que aceptamos que existe un elemento material que puede ser estudiado y que, como resultado de las alteraciones en ese material (el tejido cerebral), existirán modificaciones sobre la conducta (Kolb y Whishaw, 2002; Carlson, 2014).

¿Cómo llegamos a una postura materialista? Una parte de esta aproximación proviene del intento de los investigadores por establecer si la idea de Descartes de que el líquido cefalorraquídeo generaba el movimiento de los músculos era cierta. Nosotros actualmente sabemos que no es así, pero fue en el siglo XVII cuando se estableció que los músculos reaccionaban a la estimulación eléctrica, incluso estando separados del resto del cuerpo; esto permitió sustentar las propiedades físicas propias de los sistemas musculares, así se inauguró una forma de investigar los aspectos fisiológicos que daban lugar a la conducta.

En efecto, tras los hallazgos de Galvani, muchos investigadores buscaron investigar los principios fisiológicos de la conducta (Carlson, 2014; Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000). En el mismo siglo, Hermann Von Helmholtz se dedicó a estudiar los principios de la percepción visual y auditiva; sin embargo, su mayor aporte fue la ley de la conservación de la energía, que demostró al estimular eléctricamente la pata de una rana. Tanto las investigaciones de Helmholtz como las de Galvani dieron lugar al descubrimiento de los potenciales nerviosos y la actividad eléctrica del cerebro hacia el siglo XX. De alguna manera, gracias a ellos contamos con diferentes métodos de imaginería cerebral como la electroencefalografía, los potenciales evocados, los registros de neuronas individuales, la magnetoencefalografía y la estimulación magnética transcraneana (Baars y Gage, 2010). Complemente este tema, visitando la siguiente página web:



**Visitar página**

A history of the brain  
Universidad de Stanford

<https://goo.gl/czbg4H>

Uno de esos investigadores fue Johannes Müller, fisiólogo alemán del siglo XIX interesado en la aplicación de la experimentación a la investigación en fisiología. Müller se preguntaba cómo, si todos los nervios conducen el mismo mensaje (es decir, electricidad), este era entendido de manera independiente como luz, sonido, tacto u otro estímulo diferente. Fue así que propuso *la teoría de las energías nerviosas* específicas, que consiste en señalar que los mensajes que provienen de una vía sensorial específica viajan a través de vías nerviosas determinadas, lo que redundaba en la experiencia asociada a esa vía (esto se ve en la experiencia siguiente: si una persona frota sus ojos, ve luces, pero si frota la parte exterior de la oreja, lo que llega a sentir es tacto o sonido tenue). Ahora sabemos que, en efecto, el mensaje nervioso conducido por cada vía es proyectado a áreas cerebrales específicas que decodifican el impulso nervioso y lo convierten en una percepción (Carlson, 2014; Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000).

A finales del siglo XVIII, la farmacología irrumpió en el estudio de la relación entre el cerebro y la conducta de la mano de Claude Bernard en Francia, Paul Ehrlich en Alemania y John Langley en Inglaterra, puesto que sus investigaciones demostraron que las drogas no interactúan de manera inespecífica con las células, sino que tienen preferencia por receptores que normalmente están ubicados en la superficie de la membrana celular. En ese sentido, se sentaron las bases de la investigación psicofarmacológica y se amplió la comprensión de la comunicación entre las células del sistema nervioso (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000).

En función de esos hallazgos, se descubrió que principios físicos y químicos podrían ser incluidos en explicaciones más satisfactorias de la relación entre cerebro y comportamiento, dado que estas permitían el estudio del efecto de alteraciones específicas sobre manifestaciones comportamentales. En palabras de Baars y Gage (2010): “Las herramientas de visualización del cerebro hacen uso fundamental de física y química” (p. 15). Los neurocientíficos no ponen en duda el papel del cerebro sobre la conducta y los principios físicoquímicos que subyacen a él; no obstante, existen al interior de las neurociencias debates gestados durante el nacimiento de la disciplina. Uno de ellos es si las funciones neurológicas están “ubicadas” en algún lugar o si, por el contrario, se encuentran “distribuidas” por el encéfalo (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005); de esa manera, existen los localizacionistas, quienes abogan por la idea de las funciones cerebrales asociadas a una estructura o red específica de neuronas. Por su parte, los holistas, parten del supuesto de que los procesos superiores son resultado de la integración de cada una de las partes del cerebro (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005).

Probablemente, el más grande expositor del **localizacionismo** fue Francis Joseph Gall (1758-1828), quien, junto a Johann Casper Spurzheim (1776-1832), se dedicó a estudiar la anatomía del cerebro, encontrando que la corteza era un centro de control superior de otras estructuras. También descubrieron que los dos hemisferios estaban conectados a través del **cuerpo calloso**. Sin embargo, además de sus apropiadas observaciones sobre la anatomía del cerebro, se dedicaron a teorizar sobre las posibles relaciones entre la anatomía del cráneo (particularmente, la forma de la cabeza) y la expresión de conductas específicas o características de personalidad determinadas. Propusieron un **mapa de las funciones mentales** encaminado a la identificación de las características morfológicas de la cara y el cráneo para explicar la conducta de los sujetos y la expresión de sus procesos superiores. La expresión: "Tener más de un par de dedos de frente" parece tener sus inicios en la **frenología**, llamada así por Spurzheim, con base en la palabra griega *phren*, que significa mente, dado que aquellos con la frente estrecha tendrían, en opinión de Gall y Spurzheim, menos capacidad de razonamiento que aquellos que tenían una frente amplia (Kolb y Whishaw, 2002).

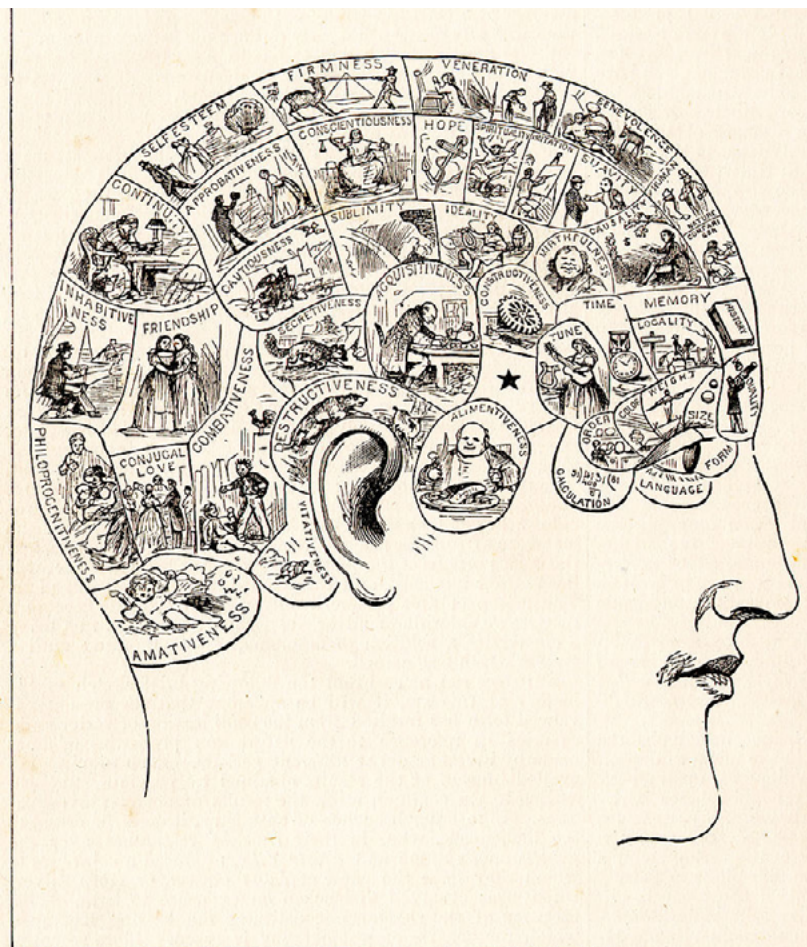


Figura 3. Una ilustración siglo XIX típica sobre frenología  
Fuente: Wikipedia



### Localizacionismo

Propuesta que establece que los "procesos mentales" están "ubicados" en partes específicas del encéfalo.



### Cuerpo calloso

Haz de neuronas que interconecta los dos hemisferios del cerebro, favoreciendo el flujo de información entre ellos (Carlson, 2014).




### Frenología

Escuela de pensamiento en neurología propuesta por Gall y Spurzheim que planteaba que la forma del cráneo estaba relacionada con las manifestaciones de la actividad mental.

Los postulados frenológicos fueron ampliamente discutidos debido a los problemas derivados de sus propuestas. En principio, estaban basados en juicios *a posteriori*, en los que se establecían las funciones con base en lo observado de la conducta del participante. Adicionalmente, no hubo atención a la forma en la que la lesión cerebral podría afectar el funcionamiento del cerebro (Kolb y Whishaw, 2002).

Para conocer cómo Spurzheim y Gall propusieron las ubicaciones de las funciones psicológicas, puedes dirigirte a la página de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos y ver las ilustraciones de los tratados de frenología y cómo intentaron establecer esa relación entre la forma de la cabeza y la conducta del sujeto.

**Visitar página**  
Historical Anatomies on the Web  
<https://goo.gl/pPymnv>

Pierre Flourens (1794-1867) fue uno de los principales contradictores de las formulaciones de la frenología. Desarrolló un método denominado **ablación experimental**, el cual consistía en generar lesiones en el encéfalo de varias especies y establecer cómo estas cambiaban la conducta temporalmente para que luego los organismos se adaptaran a las lesiones. Flourens proponía la **teoría del campo agregado** (Portellano, 2005) que planteaba que las alteraciones observadas en la conducta tenían más que ver con el tamaño de la lesión que con la lesión en sí misma. Sustentó sus afirmaciones en la observación de que los animales a los que había lesionado durante los primeros días demostraban diferentes tipos de déficits comportamentales y, con el paso del tiempo, estos déficits comenzaban a hacerse menos marcados (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005).



**Ablación experimental**  
Procedimiento encaminado a establecer qué funciones neurológicas pueden verse afectadas tras la remoción o lesión intencional de una estructura cerebral.

Con sus observaciones, Flourens descubrió que el tronco encefálico desempeña una función en relación con la respiración, puesto que la destrucción de esta estructura llevaba a los animales a la asfixia. Asimismo, que el cerebelo estaba relacionado con el equilibrio. Sin embargo, las conclusiones de Flourens estuvieron encaminadas a sustentar su punto de vista, señalando que las lesiones en sí mismas no generaban cambios importantes en la conducta, ignorando que las lesiones de la corteza cerebral de otras especies y las de los humanos no son comparables de manera directa en función de los niveles de especialización de la corteza humana (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005).

La teoría de campo agregado de Flourens no estuvo exenta de crítica: a mediados del siglo XIX, John Hughlings Jackson, en virtud de sus estudios en epilepsias focales, estableció que algunas funciones motoras y sensitivas podrían estar ubicadas en áreas específicas de la corteza (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000). Los hallazgos de Jackson sirvieron como base para el desarrollo de la formulación conocida como **conexionismo celular**, que consiste en la idea de que las neuronas, como unidades de señalización del sistema nervioso, están organizadas en grupos funcionales y se comunican unas con otras de una manera muy precisa. Esta postura fue desarrollada por Karl Wernicke, Charles Sherrington y Santiago Ramón y Cajal (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000).

Por otro lado, Paul Broca estudió cómo algunos accidentes cerebrovasculares generaban modificaciones importantes sobre la conducta de aquellos que los habían sufrido. En 1961, tras la realización de múltiples autopsias de pacientes que habían manifestado dificultades en la producción del lenguaje, relaciona las lesiones en la corteza frontal izquierda con la producción del habla (Carlson, 2014; Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum, Hudspeth y Mack, 2000; Portellano, 2005). Esta relación entre el lenguaje y el cerebro fue ampliamente respaldada por los médicos de la época; no obstante, Karl Wernicke, en 1874, publicó un trabajo en el que señalaba que el lenguaje dependía probablemente de la relación entre diferentes áreas, con base en sus observaciones de la patología cerebral humana (Baars y Gage, 2010; Portellano, 2005). Wernicke se erigía menos como un localizador en el sentido estricto y más como un **conexionista**.



### Conexionismo

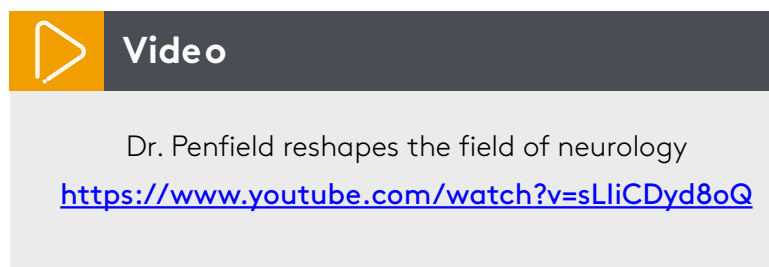
Postura del estudio del cerebro que establece que diferentes áreas del cerebro contribuyen de maneras específicas a las "funciones mentales" de forma que las estructuras son interdependientes y así contribuyen a los diferentes procesos.

En el área de la electrofisiología, en 1870, Gustav Fritsch y Edward Hitzig experimentaron aplicando electricidad sobre la corteza cerebral de un perro y un conejo. Descubrieron que este tipo de estimulación generaba movimientos en la parte contralateral del cuerpo. Gracias a esto, ahora conocemos la corteza motora primaria, que permite la generación del movimiento a través de sus conexiones con otras estructuras del cerebro (Carlson, 2014). Estos aportes permitieron entender el mapa motor del cuerpo y cómo el cerebro podría ser responsable de la generación de la conducta voluntaria e involuntaria.

Posteriormente, en 1874, Roberts Bartholow reportó el primer experimento de estimulación eléctrica del cerebro de una paciente que, a causa de un defecto en su cráneo, tenía una parte de la corteza de cada hemisferio expuesta. Aunque su trabajo generó rechazo entre la comunidad científica, constituyó una demostración de que la estimulación de la corteza podía ser usada en pacientes alerta para que luego describieran su experiencia (Kolb y Wishaw, 2002). Otro electrofisiólogo, David Ferrier, hizo mejoras sobre las técnicas de estimulación buscando reproducir los hallazgos de Fritsch y Hitzig y extendió sus hallazgos a otras especies, incluyendo primates, de forma tal que sus hallazgos fueron claves para la construcción de los mapas de organización somatotópica en los humanos.

En ese sentido, Wilder Penfield luego terminó empleando esa técnica con el fin de identificar los focos epilépticos o tumorales en pacientes que serían sometidos a cirugía; así, elaboró mapas de la corteza para utilizarlos como guía en la realización de las cirugías (Kolb y Whishaw, 2002). Friedrich L. Goltz, en 1892, buscó establecer si las ideas de Fritsch y Hitzig estaban en lo cierto, cuando proponían que áreas de la corteza que generaban movimientos eran necesarias y suficientes para generarlo. Goltz replicó el procedimiento de la ablación cerebral de Flourens con perros, partiendo de la idea de que la extracción de la parte de la neocorteza que realizaba una función generaría una pérdida de la función. Realizó observaciones en perros durante meses hasta que los animales murieron (Kolb y Whishaw, 2002). Tras el tiempo de observación, Goltz encontró que el animal tenía un repertorio de conducta cercano al normal, ligeramente disminuido, lo que parecía demostrar que la conducta no dependía de sectores específicos de la corteza como lo habían propuesto los localizacionistas e incluso Fritsch y Hitzig (Kolb y Whishaw, 2002).

Recomendamos observar la siguiente videocápsula para conocer más acerca del doctor Penfield:



Una nueva aproximación al problema de la localización de las funciones apareció con John Hughlings-Jackson, quien propuso el *modelo de organización jerárquica*. Exponía que las capas del sistema nervioso respondían a niveles de complejidad de su tarea; es decir, los niveles más básicos eran desarrollados por los grupos neuronales más inferiores (nivel espinal), mientras que las funciones más complejas serían llevadas a cabo por las capas más superiores (lóbulos frontales) (Kolb y Whishaw, 2002; Portellano, 2005).

La idea de Hughlings-Jackson era que los perros de Goltz eran capaces de mantenerse vivos y ejecutar tareas simples, pero las más complejas habrían mostrado deterioro si hubiesen sido evaluadas. De esta manera, el trabajo de Hughlings-Jackson pudo generar una distinción entre el papel de la corteza para la organización de conductas voluntarias y más elaboradas y esas conductas de nivel inferior más básicas e involucradas con elementos más primitivos de la conducta (Kolb y Whishaw, 2002). Para resumir la perspectiva de Hughlings-Jackson puede decirse que cada función psicológica depende del trabajo de todas las áreas cerebrales y que cada una contribuye con un componente de la misma, de forma tal que no era de importancia encontrar un área específica del lenguaje, sino más bien, cómo esta área contribuye al proceso (Kolb y Whishaw, 2002).



En términos de los detalles anatómicos y celulares del cerebro, ya no de sus aspectos físico-químicos, el avance ha dependido del desarrollo tecnológico en otras áreas; por ejemplo, el uso de un microscopio rudimentario le permitió a Anton van Leeuwenhoek observar el tejido nervioso y describir que este estaba constituido por una serie de "glóbulos". Con el apoyo de microscopía de mejor definición, en 1839 Theodor Schwann señaló las células como las unidades anatómicas y funcionales del sistema nervioso (Kolb y Whishaw, 2002). Con una tecnología de ampliación era posible seguir mejorando en las estrategias de visualización de las neuronas. La entrada de la tinción en los laboratorios permitió tinturar diferencialmente somas y axones.

Gracias a lo anterior, Camilo Golgi desarrolló una tecnología de tinción en la que empleaba el nitrato de plata. Así, descubrió que solo algunas células se marcaban con la plata en todas sus partes e identificó en detalle la anatomía de la neurona (Kolb y Whishaw, 2002). Con esta técnica fue posible establecer que el cerebro estaba compuesto por células individuales interconectadas entre ellas. En 1883, propuso que las prolongaciones neuronales estarían conectadas entre ellas para formar redes; no obstante, Santiago Ramón y Cajal, utilizando la misma técnica de Golgi (la tinción con nitrato de plata), concluyó que las neuronas no estaban conectadas unas con otras, sino que eran unidades independientes. Enunció la *doctrina neuronal* para plantear su idea de que las neuronas no estaban interconectadas. A pesar de las diferencias, Golgi y Ramón y Cajal recibieron juntos el Premio Nobel de Medicina en 1906 por su contribución a la comprensión de la anatomía celular del cerebro (Kolb y Whishaw, 2002).

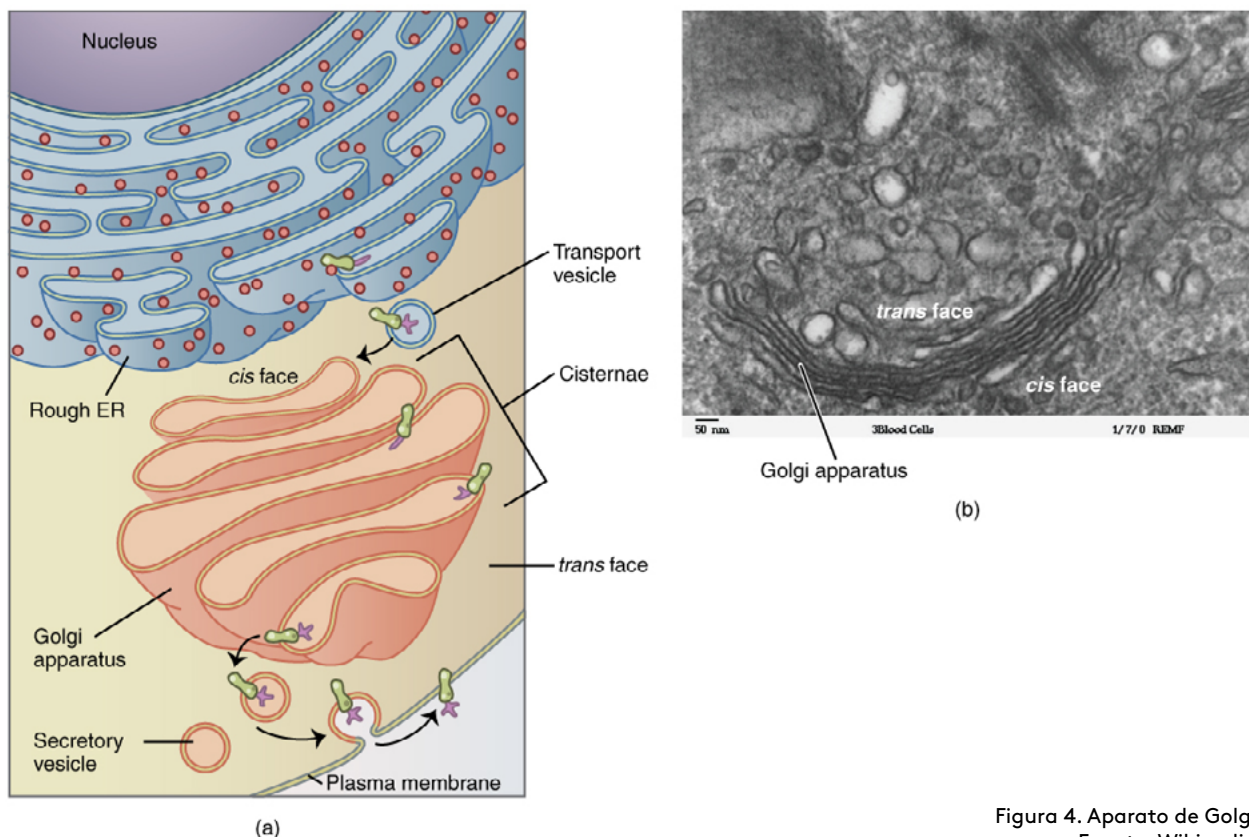


Figura 4. Aparato de Golgi  
Fuente: Wikipedia

Gracias a las bases sentadas por el trabajo de Golgi y Ramón y Cajal ahora comprendemos la organización y anatomía de las neuronas. Sabemos que, aunque no consisten en un continuo físico, tienen mecanismos que les permiten comunicarse entre ellas, afectándose unas a otras. Charles Scott Sherrington estudió la relación entre los nervios y los músculos y analizó cómo estos están conectados para proponer una hipótesis sobre cómo se daba esta relación. Para hacerlo, estudió cuánto se tardaba un perro en retirar la pata ante un estímulo incómodo y comparó este tiempo con el que se había reportado que viajaban los mensajes a lo largo del axón. Propuso que las neuronas se comunicaban a través de *sinapsis* y que, por lo tanto, el tiempo de retirada era un poco más lento que el que tomaba un mensaje para viajar a lo largo del axón. Tiempo después, con el avance de la microscopía, se estableció que la sinapsis no implica un contacto físico entre neuronas, pero sí un contacto de tipo químico entre ellas, lo que permitió establecer que la forma en la que las neuronas afectan la actividad de sus vecinas es a través de un mensaje químico. Esto favoreció que en 1949 Donald Hebb propusiera que durante el aprendizaje varias neuronas se activaban simultáneamente, generando sinapsis entre ellas o haciendo más fuertes las que ya existen. Así, estas terminan convertidas en una unidad funcional. Esta formulación de Hebb ha constituido la base de la aproximación al estudio de las bases neuroanatómicas de la memoria y el aprendizaje (Kolb y Whishaw, 2002).

El avance en áreas médicas, como la neurocirugía, que permitió configurar nuestro conocimiento sobre el cerebro; el desarrollo de estrategias psicométricas para establecer relaciones entre atributos psicológicos y neurodesarrollo; y el desarrollo en las áreas biomédicas permitieron que nuestro conocimiento sobre el cerebro llegara a convertirse en lo que es. La tecnología ha sido siempre un punto de apoyo importante para el avance de la neurociencia de la conducta. En la sección siguiente distinguiremos cómo esto se puede ver claramente a través de las herramientas de las que disponemos para la visualización del cerebro.



## Instrucciones

En este punto, te invitamos a observar el videoresumen de la historia de la neurociencia que puedes encontrar en los recursos de aprendizaje.

# Técnicas de investigación y estudio de la psicofisiología





## Instrucciones

Para iniciar, te invito a revisar el recurso:  
videorresumen Neuroimagen

Cuando nos aproximamos a las técnicas de estudio del cerebro podemos pensar en diferentes tipos de procedimientos involucrando diversos niveles de explicación y aproximación. Hemos visto estos diferentes niveles aparecer a lo largo del recorrido histórico presentado previamente; por ejemplo, hemos visto el estudio de neuronas individuales, de modelos animales y de los humanos. La disponibilidad de nuevas herramientas ha dado lugar a avances importantes en la neurociencia, así como el desarrollo de nuevas explicaciones y aproximaciones a la relación entre cerebro y conducta.

En este apartado, nos vamos a referir exclusivamente a las técnicas de visualización del cerebro que se conocen como neuroimágenes. Estas pueden ser de dos tipos: funcionales, que permiten registrar el funcionamiento del cerebro, y estructurales, que permiten identificar aspectos neuroanatómicos y de la estructura física del cerebro (Del Abril, Ambrosio, De Blas, Caminero, García y De Pablo, 2011; Morris y Maisto, 2005).

Antes de continuar, es necesario aclarar dos conceptos que se van a repetir cuando estemos refiriéndonos a dos características de las técnicas de visualización del cerebro: resolución temporal, que hace referencia a la capacidad que tiene la técnica de ofrecer un registro en un tiempo cercano al real (es decir, qué tan cercano es lo que se registra a lo que ocurre en el encéfalo en un momento dado), y resolución espacial, que se refiere a la capacidad que tiene la técnica para dar información respecto a la localización de una estructura o de una activación durante un momento o tarea específica (Baars y Gage, 2010).

Hay técnicas con buena resolución temporal, porque nos dan información sobre lo que está ocurriendo en el encéfalo casi de inmediato, y otras con buena resolución espacial, que nos dicen en qué lugar está ocurriendo. Normalmente, la selección de una técnica se hace con base en el estudio de su costo, su resolución temporal y su resolución espacial (Baars y Gage, 2010).

A continuación, verás una breve descripción de las técnicas de neuroimagen más empleadas.

## Electroencefalografía

Esta técnica es un clásico. Cuenta con muchas ventajas, desde su economía hasta su resolución temporal, y con desventajas, como que los registros obtenidos son más “superficiales” (debido a que los electrodos se ubican sobre el cuero cabelludo), lo que implica que las estructuras subcorticales no quedan registradas. Por otro lado, la calidad o fidelidad de los registros es dependiente de los equipos y materiales. Una ventaja que, a la vez, puede ser desventaja es que permite reconocer actividad de poblaciones de neuronas. Así, posibilita identificar cómo se activan grupos neuronales, pero no saber cómo se da el comportamiento de unidades individuales (Baars y Gage, 2010).



Figura 5. Punta-onda lenta epiléptico en descargas monitorizadas con EEG  
Fuente: Wikipedia

## Magnetoencefalografía

La magnetoencefalografía cuenta con una buena resolución temporal y una resolución espacial mejor que la de la electroencefalografía. Es silenciosa y no invasiva y permite hacer un registro combinado, denominado magnetic source imaging, que admite superponer el resultado de la actividad registrada en imágenes obtenidas por resonancia magnética y magnetoencefalografía (Baars y Gage, 2010).

## Estimulación magnética transcraneal

Puede inhibir o excitar zonas específicas con gran precisión y cuenta con una excelente resolución temporal. Sin embargo, es costosa y ruidosa. Es útil para procedimientos experimentales, pero su alto costo dificulta su uso (Baars y Gage, 2010).

## Resonancia magnética funcional

Esta es una de las técnicas más empleadas para establecer registros funcionales del encéfalo. Usa una medida indirecta que es el flujo de oxígeno en sangre derivado del consumo metabólico asociado a la realización de una actividad; por lo tanto, es fácil identificar qué tiene una baja resolución temporal y una alta resolución espacial. Dentro de sus desventajas se encuentra que es ruidosa, incómoda para el participante y costosa (Baars y Gage, 2010).

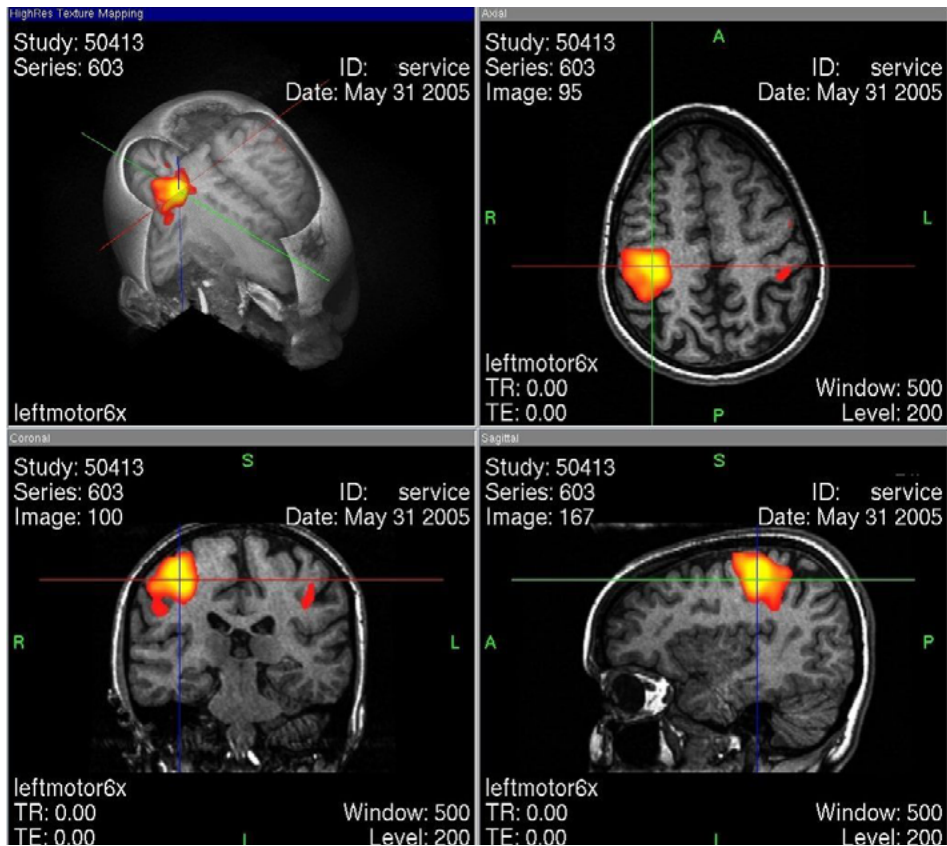


Figura 6. Ejemplo de una imagen por resonancia en tres dimensiones  
Fuente: Wikipedia

### Imagen por tensor de difusión

Es de uso reciente y permite identificar la dirección de los tractos de materia blanca. De esa manera, sirve para investigar patrones de conectividad en el encéfalo. Este tipo de imagen es costosa (Baars y Gage, 2010).

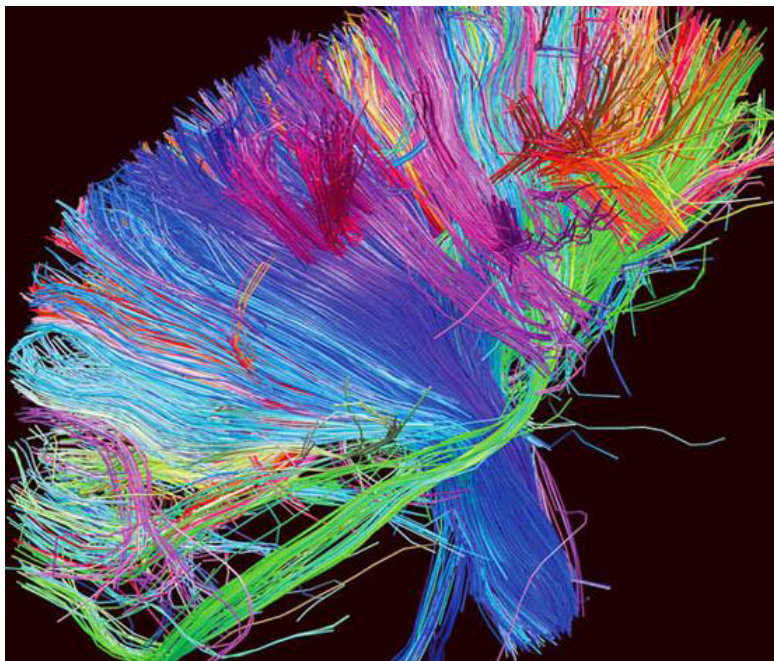


Figura 7. Imagen por tensión de difusión (DTI)  
Fuente: goo.gl/scNphn

## Conclusiones


A lo largo de este texto hemos intentado responder a la pregunta: ¿cómo hemos logrado construir lo que sabemos del cerebro? Hemos hecho un recorrido histórico desde los momentos en los que la relación entre cerebro y conducta se basaba más en la especulación que en la evidencia. Desde ahí, pudimos ver cómo esta relación ha evolucionado en función del avance científico y tecnológico. La neurociencia de la conducta resulta ser un desarrollo de tipo interdisciplinar en el que la biología, la física y la química han aportado su grano de arena para mejorar nuestra comprensión de lo psicológico.

Nos damos cuenta de que la construcción de lo que sabemos sobre el cerebro descansa sobre abundante investigación y trabajo científico de alto nivel. También hemos visto que el estudio del cerebro no da lugar a respuestas de sí o no, sino que requiere de profundo análisis y que pueden existir formas de responder a las preguntas sobre la naturaleza de la conducta que dependen de las metodologías y los sujetos en los que se realizan los experimentos.

Pero, ¿para qué nos sirve a nosotros comprender el cerebro como lo hacemos ahora? Para desarrollar estrategias más apropiadas de diagnóstico de alteraciones neuronales. Por ejemplo, establecer si los problemas de conducta observados en una persona pueden depender de alteraciones estructurales o funcionales de su cerebro, o si hacen parte de una serie de manifestaciones asociadas a modificaciones en su química cerebral (por ejemplo, cuando un exceso de neurotransmisor o la falta de uno genera alteraciones sobre el estado de ánimo o la cognición).

Como psicólogos de diferentes corrientes es más apropiado adoptar una postura monista materialista en la que se entienda que la relación entre cerebro y conducta depende de aspectos físicos de la estructura del cerebro y no necesariamente de aspectos inobservables. Nos resulta más fácil intervenir sobre lo que observamos que sobre lo que sospechamos. De hecho, con el avance de la psicofarmacología hemos podido entender que los tratamientos psiquiátricos o psicofarmacológicos funcionan gracias a que intervienen sobre la química y la estructura de las neuronas y no necesariamente sobre el alma.

Fuente:shutterstock/587768567



Así mismo, el estudio de las lesiones y los pacientes sometidos a cirugía nos ha permitido entender que la naturaleza de las lesiones altera la conducta de maneras variadas y que solo la observación sistemática y cuidadosa nos aproxima de manera apropiada a su comprensión. Hemos aprendido a reconocer que algunas funciones dependen de la interacción entre estructuras y hemos superado las perspectivas localizacionistas en las que simplemente se supone que una función depende de la parte en la que está ubicada y no de la relación entre estructuras que la hacen posible.

Las técnicas de visualización nos han abierto una puerta al interior del cerebro. Ya no debemos esperar a la manifestación clínica de un trastorno, sino que podemos ver el cerebro íntegro funcionando ante tareas específicas (técnicas de neuroimagen funcional) o ver cómo diferentes manifestaciones patológicas o eventos externos pueden alterar su anatomía (técnicas estructurales). Hemos logrado conocer cómo algunas intervenciones afectan el desarrollo del cerebro y su consiguiente manifestación en la conducta.

Las mencionadas técnicas varían tanto en su nivel de precisión temporal como en su nivel de precisión espacial; es decir, tendrán mejor desempeño en términos de su relación con el tiempo o con el tipo de definición que tienen, lo cual permite que el profesional en neurociencias de la conducta seleccione el instrumento apropiado para sus necesidades, teniendo en cuenta la disponibilidad de los equipos y los costos derivados de su uso. Podemos disponer de herramientas básicas y sofisticadas, según qué nos interesa analizar. Este tipo de herramientas requiere un nivel de especialización de recursos materiales y humanos que deben justificar los costos derivados de su uso.

La posibilidad de comprender el cerebro humano descansa en diferentes aproximaciones, en formas diferentes de aproximarse a la evidencia, en formas creativas de resolver problemas y en la posibilidad de integrar lo que se sabe desde diversos campos, con el fin de hacer crecer la disciplina. En este proceso no solo se enriquece la profesión, sino las ciencias de la salud en general. Además, se enriquece el profesional que reconoce que tiene un cerebro y que, como los demás, su cerebro es susceptible a los cambios producidos por los eventos relacionados con su desarrollo y su condición humana.

Por otro lado, hemos visto como, eventualmente, lo que sabemos, en parte lo hemos aprendido gracias a los animales de experimentación. Muchas especies han dado su vida para que podamos aprender y conocer nuestro cerebro, esto implica que hacemos parte de un continuo evolutivo y que es por eso que podemos comparar nuestro desarrollo con el de otras especies; asimismo, de esa manera podemos sustentar la idea del continuo evolutivo del que hablaba Darwin y que nos permite entender que somos tan animales como las demás especies del planeta.

De acuerdo con lo anterior, hemos entendido que el continuo evolutivo involucra niveles de especialización y complejización de los organismos, con el fin de adaptarse a sus circunstancias, de forma tal que entendemos que la forma en la que funciona nuestro cerebro guarda una relación con la forma en la que funciona el cerebro de otras especies. Sin embargo, la especialización cortical de los humanos depende también de las exigencias que el medio les ha planteado y es por eso que el desarrollo de nuestra neocorteza y su comprensión requirieron el estudio de humanos para generar una comprensión más clara de la forma en la que funcionaba nuestro cerebro.



Finalmente, hemos visto que la neurociencia de la conducta resulta ser un campo apasionante en el cual el trabajo duro, la investigación, la creatividad y la dedicación confluyen para permitir avanzar a los humanos hacia una nueva comprensión del comportamiento y entender lo psicológico como el resultado de una serie de procesos fisicoquímicos que ocurren en el cerebro como resultado de los eventos ambientales, evolutivos y personales que dan lugar a lo que somos y a lo que entendemos sobre el mundo. Podemos concluir que nuestro cerebro facilita la forma en la que nos aproximamos al mundo y que es así que en cada uno de nosotros nuestra historia termina representada. Por esto, cada uno se convierte en un cerebro diferente que ha cambiado en función de su historia de aprendizaje.

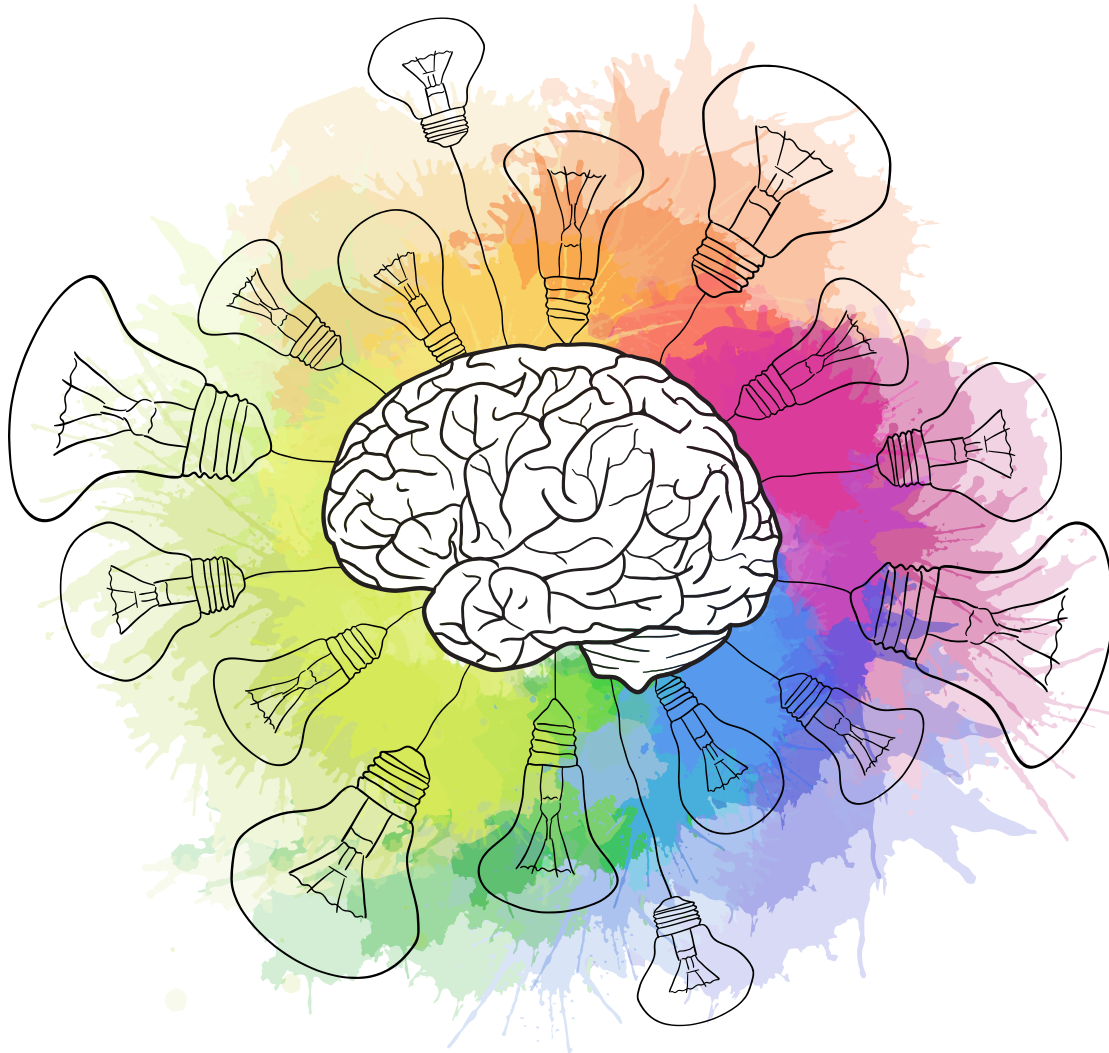


Figura 8.  
Fuente: shutterstock/664427143



## Instrucciones

Para finalizar este eje, se recomienda revisar la nube de palabras.

Baars, B. J. y Gage, N. M. (2010). *Cognition, brain and consciousness*. San Diego, Estados Unidos: Elsevier.

Bakhshayesh, A. R., Hänsch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J. y Esser G. (2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 20(481).

Carlson, N. (2014). *Fisiología de la conducta*. Madrid, España: Pearson.

Cavada, C. (s. f.). *Historia de la neurociencia*. Recuperado de <http://www.senc.es/es/antecedentes>

DeCatanzaro, D. (2001). *Motivación y emoción*. Ciudad de México, México: Pearson.

Del Abril, A., Ambrosio, E., De Blas, M., Caminero, A., García, C. y De Pablo, J. (2011). *Fundamentos de psicobiología*. Madrid, España: Sanz y Torres.

Kalat, J. W. (2004). *Psicología biológica*. Madrid, España: Paraninfo.

Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. J. y Mack, S. (2000). *Principles of neural science*. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill.

Kolb, B. y Wishaw, I. Q. (2002). *Fundamentos de neuropsicología humana*. Barcelona, España: Editorial Labor.

Morris, C. y Maisto, A. (2005). *Introducción a la psicología*. Ciudad de México, México: Pearson.

Pinel, J. (2001). *Biopsicología*. Madrid, España: Prentice Hall.

Portellano, J. A. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid, España: McGraw-Hill.