



*Universitat
Abat Oliba CEU*

Técnicas de Investigación en Psicobiología de la conducta humana

Dra. Marina Fernández Andújar

Dra. Marta Oporto Alonso

Dra. Laura Amado Luz

Facultad de Psicología

Barcelona, 2020

Introducción:

Es bien sabido que el sistema nervioso central (SNC) controla y regula la mayoría de actividades del organismo y, por tanto, la cognición y la conducta humana tan particular y compleja. Los receptores sensoriales captan la información del entorno y envían dicha información para que sea procesada e integrada por nuestro SNC para que emita, si fuera necesario, una respuesta al estímulo que se presenta. Además, constantemente se ejecutan motrizmente complejos planes motores que se desarrollan en nuestro cerebro y que permiten la gran variedad de movimientos que puede realizar el ser humano. De esta manera, el sistema nervioso (SN), con el funcionamiento de sus estructuras anatómicas, permite la adaptación al medio posibilitando la generación y regulación de nuestras emociones, la resolución de problemas, el pensamiento, el lenguaje, la atención o los mecanismos de aprendizaje y la memoria. El estudio del SNC puede realizarse desde diferentes niveles de complejidad y, por tanto, existen diferentes niveles de estudio y de aproximación experimental que son tenidos en cuenta por las diferentes técnicas de estudio de la psicobiología y la neurociencia. Los diferentes niveles de estudio abarcan desde los principales elementos celulares y moleculares hasta el funcionamiento de los núcleos, capas y vías de proyección, sistemas neurales y macroscopía cerebral general.

Objetivos:

A través de la lectura y estudio de este documento, los estudiantes conseguirán aprender los siguientes conceptos:

1. Conocer las diferentes metodologías científicas implementadas en el ámbito de estudio de la psicobiología así como su relación con el análisis de la conducta humana.
2. Describir las principales técnicas de investigación en psicobiología y los métodos de neuroimagen más usados en neurociencia y en la clínica.
3. Describir el papel de la psicobiología en el proceso de obtención de conocimiento empírico en el área de la Psicología.

1. Técnicas de investigación en psicobiología:

A continuación, se expondrán las principales técnicas de estudio e investigación utilizadas en psicobiología a lo largo de la historia que han servido para estudiar la relación cerebro y conducta humana, así como sus principales características, ventajas y desventajas.

1.1 Características generales de las técnicas de investigación en Psicobiología:

Se suele clasificar cualquier técnica de investigación en psicobiología según si son invasivas o no invasivas.

- **Técnicas invasivas:** aquellos métodos a partir de los cuales se introduce algún elemento en el organismo del sujeto (por ejemplo, una inyección de sustancias, electrodos insertados en el cerebro etc.), causando malestar físico o generando efectos nocivos o secundarios conocidos (por ejemplo, las lesiones cerebrales).
- **Técnicas no invasivas:** aquellas técnicas que no introducen ningún elemento en el organismo del sujeto (por ejemplo, la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) o registros en la superficie de la piel), no causan malestar físico o no tienen efectos nocivos o secundarios conocidos.

Además, el estudio del SNC puede realizarse *in vivo*, utilizando el propio sujeto en vida o, por el contrario, realizar un análisis *post-mortem* de éste.

- **Estudios *in vivo*:** permiten estudiar en directo el funcionamiento del SN (por ejemplo, actividad eléctrica o química), tanto en estado de reposo o mientras se realizan diferentes tareas cognitivas.
- **Técnicas *post mortem*:** permiten el estudio de elementos y estructuras del cerebro de forma más detallada (por ejemplo, la localización de ciertos receptores o de enzimas) después del fallecimiento del sujeto.

1.2 Técnicas de registro de la actividad neuronal

Se sabe que la actividad neuronal produce cambios eléctricos y químicos en las neuronas. En este sentido, existen varias técnicas que permiten registrar de forma directa la actividad neuronal, tanto la eléctrica como la química, mientras el sujeto realiza alguna tarea cognitiva de interés (por ejemplo, decir en voz alta diferentes palabras, leer una historia, realizar cálculo mental etc).

1.2.1. Registro de la actividad eléctrica neural

Las técnicas de registro de la actividad neuronal permiten registrar los potenciales de acción (PdA) que se dan en una neurona o varias (en sus axones) así como los potenciales postsinápticos que se dan. De esta manera, puede saberse si la estructura cerebral de la que estamos registrando la actividad participa en una conducta que el sujeto realiza en ese momento o no y saber, por tanto, si existe relación entre el funcionamiento cerebral y la conducta en sí. El registro se realiza mediante electrodos implantados en la zona del cerebro que se pretende estudiar.

Estos registros se pueden realizar sobre una sola neurona o sobre múltiples neuronas según el objetivo del estudio. Cuando se realiza el registro de una sola unidad puede estudiarse tanto la actividad intracelular de esa célula (cambios de potencial de membrana) como de la actividad extracelular (tasa de disparo de la neurona). En cambio, los registros de múltiples unidades permiten registrar la actividad eléctrica (o señales eléctricas) de un gran número de neuronas en un área determinada cerebral mediante el registro representado por la suma de la actividad de las neuronas. Los electrodos que se utilizan en los registros de una y de múltiples unidades difieren en su tamaño: los de registro único reciben el nombre de microelectrodos, mientras que los de múltiples unidades son los macroelectrodos. En humanos, las técnicas de registro solo se utilizan para detectar fuentes de actividad eléctrica anormal, como en el caso de la epilepsia.

1.2.2. Registro de la actividad química

Las técnicas de actividad química permiten conocer y analizar las secreciones de neurotransmisores y neuromoduladores por parte de las neuronas. Además, también permiten conocer si existen metabolitos de degradación de estos neurotransmisores. El aumento de estas secreciones en un área determinada del cerebro durante la realización de una tarea conductual indica la participación de esa área en esa conducta en concreto. Por tanto, las técnicas de registro permiten estudiar los cambios eléctricos y químicos que se producen en el cerebro cuando el sujeto realiza una tarea determinada que interesa estudiar. Un ejemplo claro de este tipo de técnicas es la técnica de neuroimagen de la tomografía por emisión de positrones (PET) que permite estudiar la actividad global del cerebro y estudiar la actividad de un neurotransmisor en concreto. Por ejemplo, se puede inyectar el precursor de la dopamina, la L-DOPA, marcada radiactivamente y ésta será captada por las neuronas que sintetizarán dopamina. Cuando el sujeto realice una tarea que implique a este neurotransmisor, el aparato captará el aumento de la señal de la dopamina radiactiva presente y este fenómeno será estudiado por los especialistas así como su consecuente implicación clínica en estos pacientes.

2. Técnicas de estimulación de la actividad neuronal

La estimulación de áreas concretas del SN es una técnica que permite saber en qué funciones participa el área estimulada en concreto, observando qué cambios conductuales se producen en el sujeto después de dicha estimulación (que puede ser eléctrica o química). Un ejemplo frecuente en humanos es la estimulación cerebral profunda. Esta técnica se utiliza como método terapéutico estimulando áreas cerebrales mediante electrodos con el objetivo de mejorar algunas funciones cerebrales cuando ningún otro tratamiento ha hecho efecto, como en el caso de la enfermedad de Parkinson o de depresiones mayores profundas. El funcionamiento de la estimulación es el siguiente:

- **La estimulación eléctrica:** mediante electrodos implantados en áreas concretas del cerebro se hace pasar una corriente eléctrica de baja intensidad que estimulará la actividad de las neuronas próximas a la punta del electrodo.

- **La estimulación química:** se produce inyectando determinadas sustancias en áreas concretas del cerebro a través de una cánula (pequeñas cantidades de aminoácidos excitatorios como el glutamato). Esta estimulación respecto a la anterior tiene como ventaja que la estimulación es más localizada que en el caso de la estimulación eléctrica, ya que sólo activa los somas, no los axones.

3. Técnicas de registro psicofisiológico

Este conjunto de técnicas mide el registro de la actividad del SN a partir de técnicas de registro situadas en la superficie corporal y, concretamente, lo hace en el SNC, sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo. Estas técnicas se han utilizado en el estudio de los mecanismos del sueño y de las emociones. Por ejemplo, el electroencefalograma (EEG), del que se hablará más adelante, permite registrar *in vivo* y en tiempo real la actividad eléctrica cerebral de forma global utilizando una serie de electrodos situados estratégicamente en diferentes zonas de la superficie del cuero cabelludo. Estos electrodos recogen la actividad eléctrica y la transmiten a una máquina que se encarga de traducir esas señales en ondas que posteriormente serán interpretadas. Los patrones de estas ondas pueden variar en función del desarrollo cerebral, el estado de conciencia, en algunas patologías cerebrales y ante la presentación de diferentes estímulos sensoriales (como visuales o auditivos) denominándose la técnica de los Potenciales Evocados (PE). Relacionado con estas técnicas y a modo anecdótico, el polígrafo es una técnica que combina diferentes tipos de registros psicofisiológicos, como son la frecuencia cardíaca, la tasa respiratoria y la conductancia de la piel para saber si el sujeto dice o no la verdad (de ahí que sea conocido comúnmente como máquina de la verdad).

4. Técnicas de neuroimagen

Desde hace cientos de años, muchos científicos han intentado estudiar el funcionamiento del SNC para entender varios aspectos de la conducta humana. Más concretamente, con la incorporación del uso de técnicas de estudio del SNC se puede obtener información valiosa que nos permita entender y explicar cientos de procesos, desde nuestro propio comportamiento y funcionamiento como humanos, hasta el origen

y evolución de las diferentes patologías mentales. A partir de los años setenta, con la aparición de las primeras técnicas de neuroimagen, este campo vivió una gran revolución, debido a que se pudo empezar a monitorear las funciones cerebrales de una forma más detallada y cuantitativa y, como consecuencia, hubo un gran avance en la diagnosis y comprensión fisiológica del funcionamiento del SNC. De esta manera, las técnicas de neuroimagen, que se utilizan tanto en la práctica clínica como en las investigaciones científicas, nos permiten estudiar el SN de una forma detallada y a continuación se explicarán las características de las principales técnicas así como la información que ofrecen en relación al funcionamiento de cerebro sin patología así como su interpretación.

4.1 Resonancia magnética (RM)

La resonancia magnética (RM) es la técnica de neuroimagen que más se utiliza en el campo de las neurociencias. El aspecto más importante es que la RM no utiliza rayos X (radiación) así como tampoco radioisótopos, sino que se basa en la utilización de ondas electromagnéticas a una frecuencia de radio del orden de los megahertzios. De esta manera, la RM puede considerarse como una técnica completamente inocua para el organismo y esta característica configura una de sus principales ventajas.

Para poder obtener la imagen del interior de nuestro cerebro necesitamos que, cuando las ondas electromagnéticas se envíen, sean recibidas y posteriormente reenviadas por algún tipo de receptor-emisor. En nuestro caso, los que hacen la función de antena receptora-emisora son los protones de algunos núcleos atómicos, y especialmente los protones de los átomos de hidrógeno que están en nuestro organismo. Así, la RM es la técnica por la cual se obtienen imágenes del interior de nuestro cerebro (aunque se puede aplicar en todo nuestro organismo) a partir de las ondas que emiten los átomos de hidrógeno al ser activados por ondas electromagnéticas. Por otro lado, el escáner de RM está constituido, a su vez, por un potente campo magnético (como si de un gran imán se tratara) y, cuando situamos a un sujeto bajo este campo, los protones de sus átomos se alinean respecto a él. Cuando se envía el pulso de ondas electromagnéticas, sólo los átomos de hidrógeno que se encuentre en un estado determinado, denominado “paralelo”, podrán adquirir la energía de las ondas y posteriormente emitirlas (proceso

de “resonancia” de ahí el nombre de la técnica). En el momento en que el pulso de ondas termina, los átomos vuelven a su posición inicial emitiendo una señal (fenómeno de “relajación”), y es esta señal la que contiene la información que posteriormente podremos reconstruir para obtener una imagen del tejido cerebral.

La RM nos ofrece diferentes tipos de imágenes en el espacio y imágenes potenciadas en T1 o en T2. Según cual sea el objetivo de estudio, los profesionales usan una u otra:

- **Imágenes en T1:** adecuadas para estudiar aspectos anatómicos y es útil emplearlas cuando queramos observar patologías que cursan con cambios morfológicos como por ejemplo tumores cerebrales.
- **Imágenes en T2:** son más apropiadas utilizarlas para obtener información más de tipo fisiopatológica como por ejemplo enfermedades neurodegenerativas.

Las imágenes obtenidas en RM suelen estar conformadas, mayoritariamente, por diferentes tonos de grises que nos permiten observar y contrastar los tejidos así como estructuras que adquieren colores como el blanco y el negro. A continuación, vamos a ver qué interpretación puede tener cada uno de los diferentes colores en función del tipo de imagen (Tabla 1).

Tabla 1

Interpretación de datos de la RM según el tipo de potenciación de la imagen

	Color gris	Color negro	Color blanco
Imagen T1	Sustancia gris	LCR Aire	Grasa Sustancia blanca Hemorragia
Imagen T2	Sustancia gris Grasa	Sustancia blanca Aire	LCR Tumores Agua

Nota: Elaboración Propia

Parecida a la RM estructural explicada hasta ahora, existe la RM funcional (RMf), que es una de las técnicas no invasivas que permite registrar la actividad cerebral *in vivo* y, además, en tiempo real. En los últimos años la Resonancia Magnética funcional (fMRI)

se ha convertido en la técnica más utilizada en clínica e investigación para evaluar cambios hemodinámicos en el cerebro y mapear la respuesta neurofisiológica ante diferentes estímulos: sensoriales, motores y cognitivos. Una de las grandes ventajas de esta técnica se debe a la gran resolución tanto espacial como temporal que presenta, y a su naturaleza no invasiva al no usar ningún tipo de radiofármaco.

El origen de los cambios en la señal de fMRI es debido a alteraciones locales en la oxigenación del tejido relacionadas con variaciones en la actividad neuronal del sujeto. De ahí que esta técnica se conozca como imágenes por efecto *blood oxygenation level dependent (BOLD)*. Los cambios en el contraste BOLD se basan en los cambios en la concentración local de deoxihemoglobina en los vasos sanguíneos. La presencia en la sangre de deoxihemoglobina paramagnética permite diferenciarla de la sangre totalmente oxigenada, debido a las diferencias de susceptibilidad magnética en la señal fMRI. Por ejemplo, la RMf se ha usado en investigación mientras el sujeto realiza una determinada tarea para valorar y cuantificar cambios en determinadas áreas del cerebro sin patología o con patología. Por ejemplo, en el estudio de Azim, Mobbs, Jo, Menon & Reiss (2005) se aplicó la RMf para observar qué áreas se activaban tanto en hombres como en mujeres mientras se les presentaban estímulos graciosos (Figura 1).

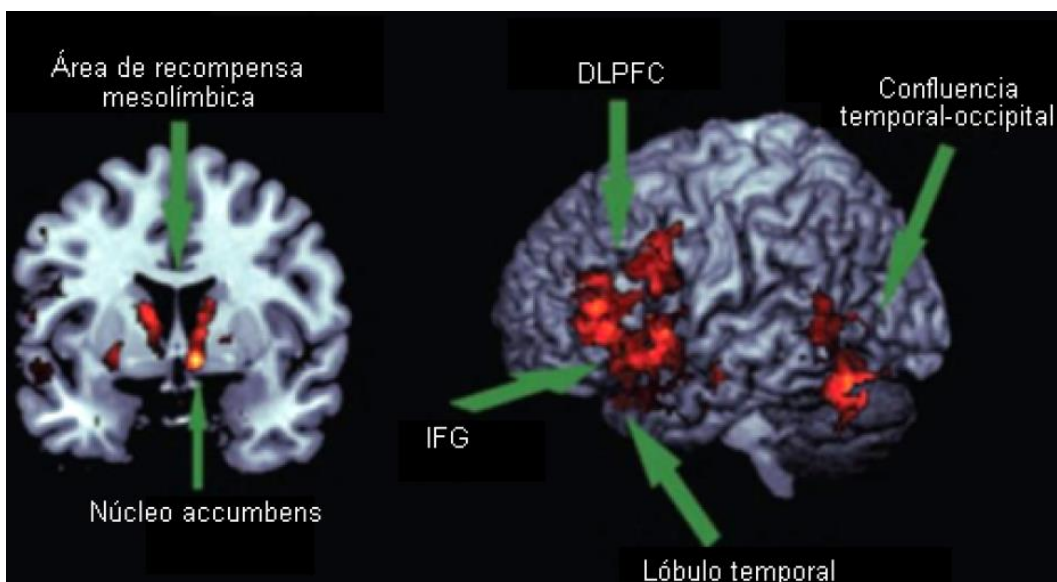


Figura 1: RMf en la que se observa cómo la corteza prefrontal dorsolateral, el núcleo Accumbens y la unión temporo-occipital se activan principalmente en las mujeres mientras se les presentan estímulos graciosos. Adaptado de Azim, Mobbs, Jo, Menon & Reiss (2005).

A pesar de las ventajas de esta técnica y de la gran importancia de su aparición para el avance en el campo de la investigación conductual, esta técnica presenta algunas limitaciones, entre ellas, que pueden aparecer activadas zonas cerebrales que no están directamente implicadas en la realización de la tarea, sino que se activan por otras causas que se desconocen y que no se puede controlar, como, por ejemplo, ruidos, que el sujeto esté moviendo alguna parte del cuerpo mientras realiza la tarea u otras causas.

4.2 Tomografía por emisión de positrones

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de neuroimagen funcional que es de gran utilidad, tanto para la diagnosis clínica en patología (oncología, neurología, psiquiatría) como para estudiar el funcionamiento del metabolismo del organismo. A diferencia de la RM, en la PET se utiliza radiación ionizante, es decir, para obtener una imagen es necesario introducirle al paciente un marcador radioactivo (un radiofármaco o sonda diferente según la parte del organismo que se quiera observar). Éste se administrará a través de una de las tres vías posibles: venosa, ingerida o inhalada.

Los principios físicos en los que se basa esta técnica son de gran complejidad y tienen que ver con la física molecular, la estructura atómica y el fenómeno de la radioactividad, aspectos que no se van a desarrollar pero sí se expondrá a grandes rasgos cómo se obtiene la imagen de la PET. El funcionamiento de esta técnica es la siguiente: una vez se le inyecta al paciente el radiofármaco, éste se acumula en la zona del organismo que queremos observar y empieza a emitir energía en forma de rayos gamma. La máquina de la PET tiene una serie de dispositivos que son capaces de detectar este tipo de energía y, por tanto, medir qué cantidad de radiofármaco ha absorbido el organismo. A continuación, se generan las imágenes que nos permitirán observar qué cambios se están produciendo en el organismo del paciente y posteriormente el especialista valorará su implicación funcional o clínica para el paciente.

4.3 Tomografía axial computada

La tomografía axial computada (TAC) es otra técnica de neuroimagen que se utiliza para el diagnóstico e investigación y permite observar el interior de nuestro organismo a través de cortes milimétricos transversales del eje cefalo-caudal mediante la utilización de rayos X. El funcionamiento general es el siguiente: situamos al paciente en la máquina, un rayo X atraviesa su cuerpo y es captado por un detector, esta información se traduce en una imagen y posteriormente esta información será interpretada. La imagen que se obtiene depende principalmente del grado de atenuación del rayo X, es decir, en función de la masa que atraviese el rayo (hueso, sangre, líquido cefalorraquídeo etc.) será absorbido en mayor o menor medida y, por tanto, será captado más o menos por el detector. Teniendo en cuenta este fenómeno, cuando observamos una imagen de TAC, veremos que las estructuras de más densidad (huesos o sangre en abundancia) presentan un color brillante, mientras que las estructuras o tejidos menos densos (grasa o el líquido cefalorraquídeo), aparecen en tonos oscuros (Tabla 2). Es muy frecuente cuando realizamos una TAC, que para aumentar la definición de la imagen, se recurra a determinados radiofármacos que nos permitirán obtener una imagen mucho más nítida.

Tabla 2

Interpretación de una TAC según las estructuras o tejidos y su tono de color

Estructura o tejido	Apariencia en la imagen de una TAC
Sustancia gris	Blanco
Sustancia blanca	Gris
Hueso	Muy blanco
Calcificaciones	Blanco
Grasa	Negro
Sangre	Blanco
Aire	Muy negro
LCF	Gris oscuro

Nota: Elaboración Propia

En cuanto al uso clínico de la TAC, puede utilizarse para observar frecuentes patologías cerebrales como por ejemplo anomalías cerebrales y medulares, tumores cerebrales, accidentes cerebrovasculares y atrofas. Un aspecto importante es que la TAC no debe confundirse con la radiografía convencional, puesto que utiliza un haz que, además de ir bien dirigido hacia la estructura que nos interesa (y que puede variar su grosor en función de la zona a evaluar), la TAC puede distinguir diferentes densidades que nos permiten diferenciar distintos tejidos o estructuras. Otra característica muy importante que presenta esta técnica es que puede detectar anomalías de hasta 1 o 2 mm de tamaño (buena resolución espacial), lo que supone una gran ventaja para el diagnóstico precoz de patologías. Finalmente, al igual que la mayoría de las técnicas, la TAC también presenta ventajas y desventajas. En cuanto a las ventajas, además de la gran precisión, por su resolución espacial, a la hora de detectar minúsculas anomalías, es una técnica cuyo costo no es tan elevado como el de la RM, es más rápida (resolución temporal elevada) y tiene más disponibilidad. Por lo que respecta a las limitaciones, es una técnica que únicamente genera las imágenes en los planos axial o transversal (diferente a la RM) y el uso de radiofármacos que en ocasiones requiere de una dosis elevada de radiación que no es apropiado para todos los sujetos.

4.4 Electroencefalografía

La electroencefalografía (EEG) es una técnica que permite registrar la actividad eléctrica cerebral que subyace a diferentes procesos cognitivos, motores e incluso sensoriales. La técnica se basa en el fenómeno bien conocido acerca de que el tejido nervioso tiene la peculiaridad de generar potenciales eléctricos y los usa para comunicarse entre las diferentes neuronas con el fin de realizar cualquier conducta controlada por el SN. Concretamente, la EEG sólo se centra en aquellos potenciales eléctricos que se producen en la corteza cerebral y en las regiones directamente relacionadas con ella.

Para registrar la actividad eléctrica cerebral, se coloca en la cabeza del sujeto una serie de electrodos de tipo superficial que se colocan sobre el cuero cabelludo del sujeto. Estos electrodos consisten en pequeños discos metálicos de unos 5 mm de diámetro, aproximadamente, que se adhieren con una pasta conductora y se fijan al cuero cabelludo con un aislante. Además, es necesario que los electrodos se dispongan en un orden determinado, y para ello existen diferentes sistemas, como el de Illinois, Montreal

o Lennox, pero el más utilizado en el mundo es el conocido "sistema diez-veinte". Según este sistema, los electrodos han de colocarse siguiendo unas pautas determinadas hasta disponerlos por toda la cabeza. La actividad eléctrica que recogen los electrodos consiste en ondas cuya amplitud oscila entre los 10 mV hasta las 100 μ V y cuya frecuencia se mueve entre los 0,5 y los 100 Hz, dependiendo del grado de actividad del cerebro. En cuanto a su aplicación clínica, la EEG se ha utilizado mucho para estudiar enfermedades neurológicas como la epilepsia.

Normalmente, el tipo de ondas que se recogen en un cerebro sin patología son:

- 1) Ondas α (alpha):** su frecuencia se encuentra entre los 8 y los 13 Hz. Se obtienen en estados en los que el sujeto se encuentra despierto, con los ojos cerrados y relajado en un ambiente libre de estímulos inesperados.
- 2) Ondas β (beta):** su frecuencia oscila entre los 14 y los 30 Hz. Se obtienen cuando el sujeto está en vigilia realizando alguna actividad que le suponga estar en alerta o en tensión, como por ejemplo conducir, estudiar, leer etc.
- 3) Ondas θ (theta):** su frecuencia se encuentra entre los 4 y los 7 Hz. Suelen aparecer en estados de sueño.
- 4) Ondas δ (delta):** su frecuencia se encuentra por debajo de los 3,5 Hz. Aparecen en estados de sueño profundo y en algunas patologías cerebrales.

4.5 Magnetoencefalografía

Al igual que la electroencefalografía, la magnetoencefalografía (MEG) es una técnica de neuroimagen funcional no invasiva que permite registrar la actividad cerebral. Concretamente, la MEG capta los pequeños campos magnéticos generados por los potenciales postsinápticos (tanto excitatorios como inhibitorios), producidos por las dendritas apicales de las neuronas piramidales localizadas en los surcos cerebrales.

En cuanto a las ventajas de la MEG, esta técnica permite medir las señales neuronales en un tiempo real (buena resolución temporal); sin embargo, al ser un instrumento muy

sensible, puede registrar diferentes artefactos, tanto medioambientales como los provocados por materiales ferromagnéticos, lo que constituye una de sus principales desventajas.

En cuanto a las aplicaciones clínicas, la MEG se utiliza para el diagnóstico o evaluación de diferentes patologías como la epilepsia, la patología vascular, traumatismos craneoencefálicos, enfermedades neurodegenerativas, tumores y depresión o esquizofrenia, entre otros. Además, la MEG también se utiliza para estudiar procesos cognitivos básicos como el lenguaje, la memoria, la percepción o las funciones ejecutivas en los sujetos sin patología cerebral. De esta manera, la MEG ha tenido un gran papel en el estudio de la localización de las funciones relacionadas con el lenguaje y su lateralización hemisférica y, por ejemplo, diferentes estudios realizados con MEG han demostrado que sujetos diestros muestran mayor actividad magnética en el hemisferio izquierdo respecto al hemisferio derecho. Este conocimiento ha ayudado posteriormente a abordar las diferentes alteraciones en el lenguaje.

4.6 Estimulación magnética transcraneal

A diferencia del EEG y la MEG, la estimulación magnética transcraneal (EMT) no registra la actividad cerebral, sino que es una técnica no invasiva que consiste en inducir una corriente en el cerebro a través de un campo magnético con el objetivo de generar un beneficio terapéutico y/o establecer relaciones causales entre la actividad cerebral y el comportamiento del ser humano.

Para inducir la corriente en el cerebro, es necesario disponer de un dispositivo, en este caso un aro, y colocarlo sobre la superficie de la cabeza del sujeto para que genere el campo magnético. A continuación, este campo magnético traspasa los tejidos de la cabeza y se convierte en energía eléctrica, la misma que utiliza nuestro sistema nervioso. La EMT es una técnica que se ha utilizado como instrumento para realizar mapeos corticales de diferentes funciones cerebrales como la memoria o el lenguaje o para establecer relaciones causales entre excitabilidad cortical y el comportamiento. Algunos de los trastornos neuropsiquiátricos más frecuentes en los que se ha aplicado la EMT son el trastorno obsesivo-compulsivo (TOC) y la depresión.

4.7 Estimulación eléctrica cortical

La estimulación eléctrica cortical (EEC) es una técnica que se utiliza para realizar un mapeo cortical y ver qué áreas cerebrales pueden quedar afectadas durante una intervención quirúrgica cerebral. Para llevar a cabo la EEC, es necesario disponer de un generador de corriente eléctrica, unos electrodos que puedan conducir dicha corriente y el tejido a estimular, que en este caso es la corteza cerebral. Cuando se inicia un proceso de EEC, las estimulaciones que se utilizan son de baja amplitud, y ésta se va incrementando poco a poco hasta conseguir un cambio funcional. Al estimular diferentes zonas corticales en un cerebro sin patología, las respuestas que se obtendrían serían las siguientes (Tabla 3):

Tabla 3.

Respuestas que se obtienen al estimular diferentes zonas corticales

Área estimulada	Respuesta observada
Área motora	Movimientos o contracciones musculares
Área auditiva	Percepción de sonidos simples
Área visual	Percepción de destellos
Lóbulo temporal y estructuras límbicas	Evocación de memorias pasadas
Áreas lingüísticas	Dislexia, anomias, etc.

Nota: Elaboración Propia

Finalment, la EEC se usa en diferentes patologías como la epilepsia o el Parkinson, para observar si implantando electrodos que estimulen eléctricamente ciertas áreas (que puedan estar influyendo en dichas enfermedades) éstas se pueden bloquear o estabilizar.

Resumen

Resumiendo todo lo presentado, no cabe duda de que, para descifrar el funcionamiento del cerebro y su relación con la conducta humana, es necesario un posicionamiento multidisciplinar con diferentes niveles de análisis, siendo, en un orden de complejidad ascendente: molecular, celular, sistémico, conductual y cognitivo. Tales enfoques de estudio cobran especial interés para la psicobiología que trata de englobarlos, explicar la relación existente entre estructura y función y describir cómo el sistema nervioso es

capaz de controlar no sólo los procesos fisiológicos más básicos, sino también regular el control del comportamiento y la cognición.

Desde la aparición de las técnicas de neuroimagen, el cúmulo de datos sobre la estructura, bioquímica y funcionamiento del sistema nervioso ha ido creciendo de manera muy rápida. En la actualidad, nos encontramos en un momento álgido de la neuroanatomía funcional, en el cual se puede trazar mapas de las regiones específicas del cerebro, podemos estudiar las diferentes funciones del cerebro (desde el estudio de los sistemas sensoriales hasta el pensamiento, el lenguaje y la cognición humana). Además, el estudio de la organización del sistema nervioso y de la localización anatómica de las funciones cerebrales constituye una de las premisas esenciales en el estudio neurocientífico y es un punto clave para el conocimiento de la patología. El estudio de la psicobiología puede considerarse, por tanto, una herramienta básica para un profesional de la salud.

Bibliografía

1. Bear, M. F., Connors, B. W. y Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: exploring the brain*. Wolters Kluwer.
2. Carlson, N. R. (2018). *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson Educación.
3. Del Abril, A., Ambrosio, E., De Blas, M. R., Caminero, A., De Pablo, J. M. y Sandoval, E. (ed.) (2001). *Fundamentos Biológicos de la Conducta*. Madrid: Sanz y Torres.
4. Eiman Azim, E., Mobbs, D., Jo, B., Menon, V. y Reiss, A. L. (2005). Sex differences in brain activation elicited by humor. *PNAS*, 102, 16.496-16.501.
5. Guyton, A. C. (2016). *Tratado De Fisiología Médica*. Elsevier.
6. Kandel, E.R., Jessell, T.M., Siegelbaum, S.A. & Hudspeth, A.J. (2012). *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill.
7. Kolb, B. y Wishaw, I. Q. (2002). *Cerebro y conducta: una introducción*. Madrid: Mcgraw-Hill.
8. Maestu, F., Arbizu, J., Toledo, J. y Valero, M. (2006). SPECT y PET en neurología. *Neurología*, 21 (5), 219-225.
9. Maestu, F., Gonzales, J., Marty, G., Nadal, M., Cela-Conde, C. J. y Ortiz, T. (2005). La magentoencefalografía: una nueva herramienta para el estudio de los procesos cognitivos básicos. *Psicothema*, 17 (3), 459-464.
10. Pinel, J. (2001). *Biopsicología*. Madrid: Prentice-Hall.
11. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S. y McNamara, J. O. (2001). *Invitación a la neurociencia*. Madrid: Editorial Panamericana.