



Funciones mentales: neurobiología.

*Gutiérrez-Soriano, J.R., Zamora-López, B., Fouilloux, C., Petra, I.
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental, Facultad de Medicina, UNAM.*

1. Preámbulo

Años de investigación y el avance de la tecnología nos acercan cada vez más al entendimiento de la capacidad para percibir nuestro entorno, analizarlo, asociarlo a nuestras experiencias previas, depositar un valor afectivo, generar “imágenes virtuales” para plantear posibles respuestas (ya sean motoras o verbales), hacer juicios sobre ellas, activarlas, coordinarlas y evaluar el resultado obtenido.

Además, conocemos más acerca de los procesos por medio de los cuales nos percibimos a nosotros mismos y a los demás; por ejemplo, el hecho de que en nuestro cerebro hay regiones encargadas de aspectos morales, filosóficos y hasta religiosos.

Esto nos lleva a considerar que el punto fundamental al hablar sobre las funciones mentales en el primer año de la carrera de medicina hoy en día ya no es el de desmitificar si la mente y el cerebro están separados (pensamiento heredado de René Descartes, 1596-1650) o desentrañar los debates de las visiones dualista, monista, del materialismo eliminativo o del materialismo vital. En este momento en que la biología de la mente cuenta cada vez con más información para explicar las funciones mentales abordaremos el tema desde esta perspectiva.

Desde la visión humanista y sistémica, el Dr. Ramón de la Fuente señalaba que “al lado de la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas, el estudiante de medicina necesita adquirir conceptos y educar su sensibilidad para aprender a percibir la humanidad de los enfermos” ¹. En el cerebro humano, gran parte del funcionamiento cognitivo es “no lineal” ²; lo cual quiere decir que su presencia “no es debida a la suma de sus partes” y, por lo tanto, es difícil de establecer con toda claridad y de forma completa los procesos subyacentes de los que se origina, así como su desenlace.



Los avances dentro del campo de la investigación cognitiva ^a son amplios, algunos de ellos contradictorios y otros con sistemas propios de clasificación acerca del funcionamiento mental. Esto representa un reto al escribir sobre este tema, ya que cuando se analiza la información disponible

^a La visión actual de las ciencias cognitivas se encuentra en la transdisciplinariedad. En ella convergen diversas áreas del conocimiento, como son: filosofía, antropología, psicología, inteligencia artificial, ingenierías, lingüística, educación y las neurociencias.

se encuentra una clara falta de consenso para establecer ¿qué funciones corresponden a la actividad de las estructuras superiores del cerebro y cuáles a las inferiores? o ¿qué funciones son básicas (elementales) y cuáles de ellas complejas?, así como para diferenciar las funciones desde los distintos campos del estudio de la cognición. Pareciera que muchos autores prefieren no indagar más en torno al asunto y escriben sobre las funciones mentales superiores, incluyendo por igual al ciclo sueño-vigilia, la atención, la memoria y el aprendizaje, las gnosias y las praxias, así como la toma de decisiones. Pero eso no debe desilusionar a los alumnos, representa un campo del conocimiento amplísimo y apasionante.

2. Objetivos

2.1. Objetivo para la asignatura de Introducción a la Salud Mental

El alumno conocerá las principales funciones mentales y, en general, las estructuras neuroanatómicas, las conexiones neuronales y los sistemas bioquímicos estudiados en su génesis, con el fin de entender la cognición y la conducta humana desde una visión biológica.

2.2. Objetivo a futuro

El alumno contará con una base de conocimientos introductorios, con los cuales podrá asociar las patologías que presentan los seres humanos dentro del campo de la neurología cognitiva y la psiquiatría, las cuales estudiará en los años posteriores de su formación.

3. Introducción a la salud mental en comunicación con asignaturas vecinas

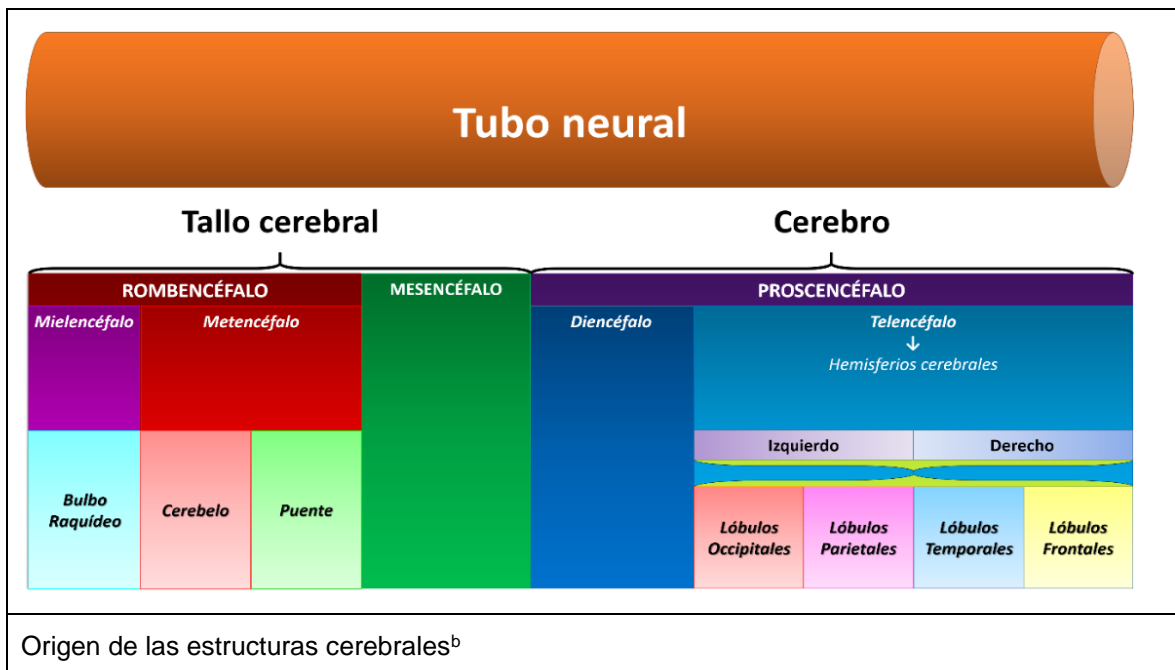
Como parte de la educación médica actual, se deben crear puentes entre los temas que se imparten en una u otra asignatura de los programas académicos del primer año de la Carrera de Médico Cirujano; lo cual implica tener en mente que habrá conocimientos aprendidos en el bachillerato, pero existirán algunos otros que no sean parte de la experiencia previa del alumno, por lo que éste no contará con el bagaje necesario para el entendimiento de las unidades.

Recientes cambios del programa de la asignatura Introducción a la Salud Mental han conseguido empatar los conocimientos sobre el sistema nervioso con las otras asignaturas del primer año de la carrera de Médico Cirujano de la UNAM. Lo que facilita al alumno y al docente poder tratar el tema de "Funciones mentales: neurobiología". Por tal motivo, haremos un recordatorio utilizando puentes para unir las asignaturas de Embriología, Biología Celular e Histología Médica y Anatomía a través de los conectores "en comunicación con..."

3.1. En comunicación con la embriología

Tras la fecundación, el cigoto comienza a realizar una serie de divisiones que conducirán a la formación de un disco embrionario. En la embriogénesis, las células se diferencian en los tres grupos que forman dicho disco embrionario: el ectodermo (que da origen al tubo neural), el mesodermo y el endodermo.

Inicialmente, el mesodermo origina la notocorda, la cual —de manera temporal— inducirá la formación del tubo neuronal, compuesto por las células ectodérmicas del disco neural. Los progenitores celulares del tubo neural darán origen a las neuronas y a las células neurogliales (excepto la microglía) y se formarán las siguientes estructuras del sistema nervioso: el cerebro (rombencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo), la médula espinal y los nervios motores, la neurohipófisis y la retina. El subgrupo de células de las crestas neurales ectodérmicas originará, entre otras estructuras, el sistema nervioso periférico.

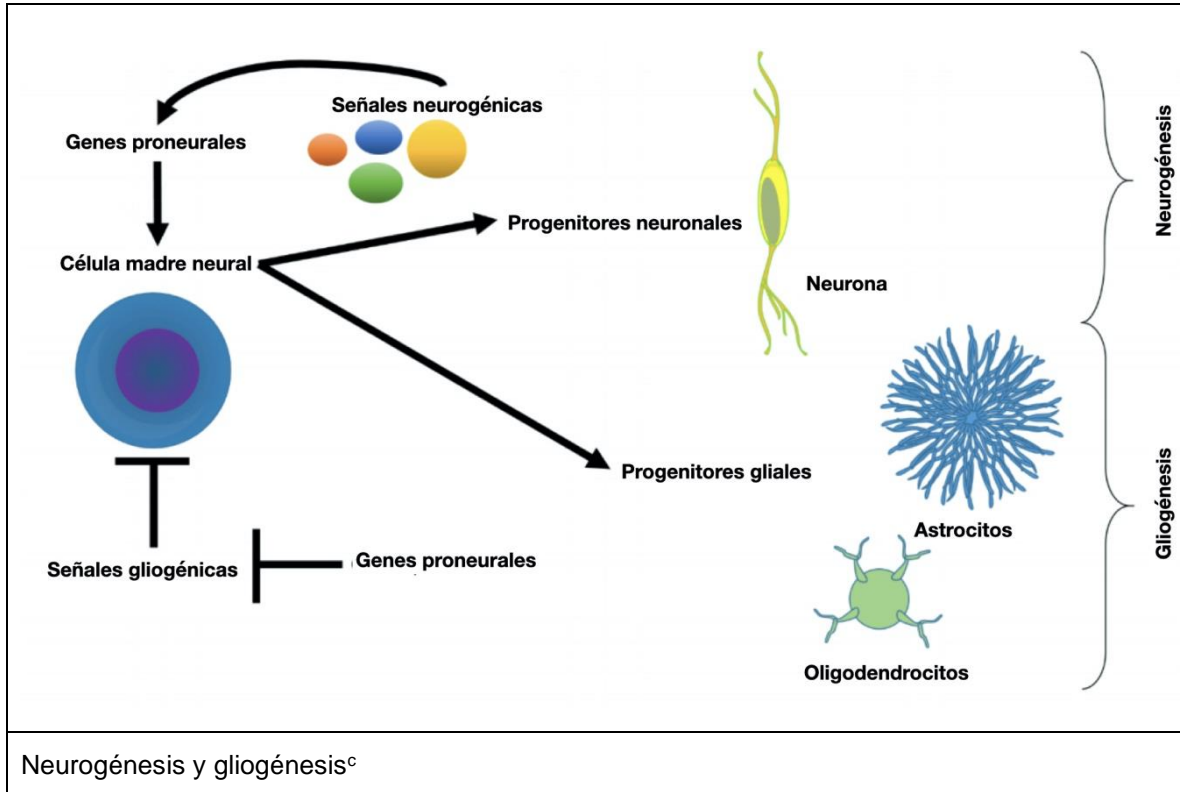


Los precursores mesenquimales y los monocitos de la médula ósea proveniente del mesodermo originarán la microglía (células fagocíticas inmunitarias del sistema nervioso central), así como, el endotelio vascular y las meninges.

La neurogénesis, por su parte, corresponde a la diferenciación de aquellas células indiferenciadas del disco neural que darán origen a las neuronas, así como a la sinaptogénesis (generación de la sinapsis y la conexión de las estructuras cerebrales). El periodo de desarrollo, crecimiento y

^b Elaboración propia.

diferenciación celular —tanto en la gestación, el nacimiento y hasta el término de la adolescencia— es tan frágil que los cambios genéticos, los factores biológicos y ambientales dañinos y los factores de protección pueden generar cambios permanentes en la vida de las personas ³.



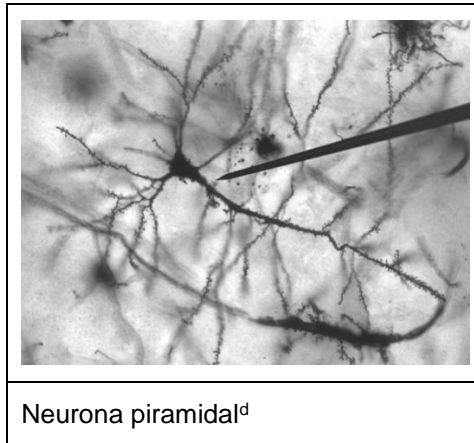
Esta explicación resumida es necesaria para comprender que el origen del sistema nervioso central comparte una relación con el origen de órganos como la piel, la cual bajo estrés puede sufrir de procesos inflamatorios como se observa en las neurodermatitis.

3.2. En comunicación con la biología celular e histología médica

3.2.1. La neurona

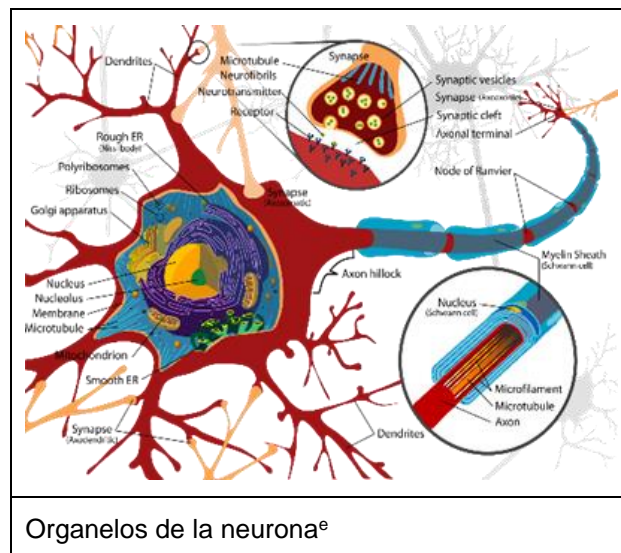
Es la unidad anatómico-funcional del sistema nervioso central y es, quizá, la célula con mayor especialización en el cuerpo. La corteza cerebral está compuesta precisamente por una serie de neuronas dispuestas en láminas, dentro de las que destacan las células piramidales. Estas últimas hacen conexiones con las neuronas de las estructuras más profundas, así como entre ellas y hacia otras regiones del sistema nervioso central.

^c Elaboración propia



Las regiones cerebrales más profundas con referencia a la corteza cerebral son más primitivas en el contexto evolutivo, así, el cerebro se ha dividido en: el arquicérebro (estructuras del tallo cerebral o cerebro reptiliano, en donde se asientan las actividades como la agresividad, la territorialidad y la sujeción al dominio del más fuerte), el paleocérebro (el sistema límbico y las estructuras paralímbicas, conocido como el cerebro mamífero o el cerebro de las emociones) y la neocórtex (con una actividad avanzada en algunos homínidos y una vasta complejidad anatómico-funcional en los seres humanos).

Las neuronas establecen conexiones entre ellas a través de las sinapsis. La sinapsis clásica es la axo-dendrítica, la cual está compuesta por el axón de la neurona presináptica y hace contacto con las dendritas de la neurona postsináptica ⁴.



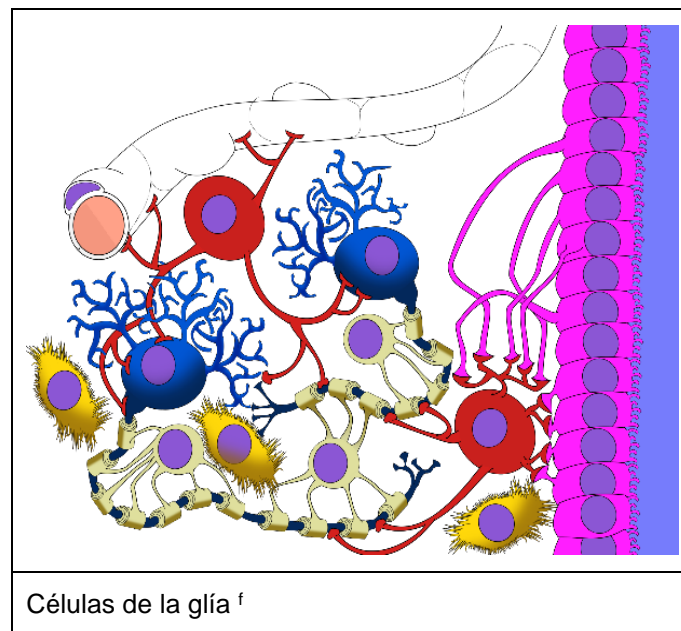
^d Laurens R. Krol, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons

^e LadyofHats, Public domain, via Wikimedia Commons

Es así como el sistema nervioso constituye un gran conjunto de redes que reciben y transmiten mensajes, por medio de un código neural ⁵. Resulta impresionante imaginar que las neuronas establecen de 1,000 a 10,000 sinapsis y que hay aproximadamente 86 mil millones de neuronas en el cerebro humano ⁶.

3.2.2. La glía

Es el tejido de sostén del sistema nervioso y las células que lo conforman brindan nutrición y protección a las neuronas. Las denominadas astrocitos se encargan no solamente de nutrir a las neuronas, además ayudan a la síntesis de glutamato. Por otro lado, las células de recubrimiento que brindan protección y mejoran la conducción nerviosa, son los oligodendrocitos en el sistema nervioso central y las células de Schwann en el sistema nervioso periférico.



En el neurodesarrollo, la mielinización juega un papel fundamental para adquirir la marcha, así como en las habilidades motrices finas.

^b Sheldahl, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons

3.3. En comunicación con biología molecular

Ahora describiremos el papel de los sistemas de neurotransmisión en los procesos de la cognición, las emociones y la conducta.

3.3.1. Los neurotransmisores

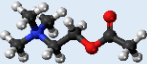
Los neurotransmisores son moléculas que se encargan de llevar las señales de una neurona a otra, ellos están depositados en las vesículas sinápticas y cada uno tiene funciones específicas. Debemos tener en mente que existen diversos sistemas para la síntesis de neurotransmisores, no obstante, el fin de este texto no es el de describirla y se invita al lector interesado a revisarla en los libros especializados ⁷.

Las moléculas neurotransmisoras deben cumplir con una serie de características para ser consideradas como tales.

Características básicas de los neurotransmisores ⁸
La sustancia se encuentra en las terminales sinápticas.
Las enzimas para su síntesis se hallan en los terminales presinápticos.
El transmisor se libera cuando el impulso nervioso llega a la terminal.
El transmisor se libera en cantidades suficientes para producir cambios en los potenciales posinápticos.
La administración experimental del neurotransmisor produce cambios en los potenciales posinápticos.
El bloqueo de dicha sustancia impide que el impulso presináptico modifique la actividad posináptica.

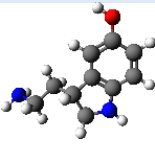
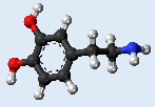
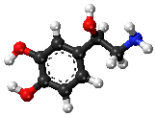
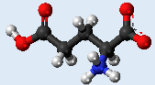
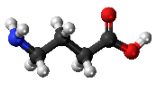
3.3.1.1. Clasificación de neurotransmisores

En la siguiente tabla, se describe el papel principal que desempeñan algunos de los más importantes neurotransmisores en el sistema nervioso central.

Clasificación de los neurotransmisores ⁹			
Neurotransmisor	Localización	Función	Patologías relacionadas
 Acetilcolina	Placa neuromuscular y glándulas, a lo largo del sistema nervioso central (SNC).	Excitatoria o inhibitoria. Relacionada con la memoria y el aprendizaje.	Su disminución está asociada al mecanismo fisiopatológico que altera el aprendizaje y la memoria.

Continúa en la siguiente página...

Clasificación de los neurotransmisores (continuación)

Neurotransmisor	Localización	Función	Patologías relacionadas
 <p>Aminas Serotonina</p>	<p>Especialmente de los núcleos del rafé dorsal del tallo cerebral, se dirige a varias regiones del SNC.</p>	<p>Principalmente inhibitoria. Asociada con el sueño, el hambre y la temperatura. Relacionada con el estado de ánimo y las emociones.</p>	<p>Tiene un papel muy importante en la fisiopatología de la depresión.</p>
 <p>Dopamina</p>	<p>En las proyecciones que provienen de los núcleos del mesencéfalo y el tallo cerebral, viajando a diferentes regiones del SNC.</p>	<p>Principalmente inhibitoria. Relacionada con las emociones y el estado de ánimo. Genera sensaciones de placer. Regulación del control motor.</p>	<p>Involucrada en la fisiopatología de la esquizofrenia. En las adicciones se relaciona con el placer. En la depresión está asociadas con la disminución de la sensación de placer.</p>
 <p>Norepinefrina</p>	<p>Proveniente de las neuronas del locus coeruleus ubicado en el tallo cerebral y se dirige a diversas áreas del SNC y a la división simpática del sistema nervioso autónomo (SNA).</p>	<p>Excitatoria o inhibitoria. Regula efectores simpáticos. Asociada a las respuestas emocionales y al estado de alerta.</p>	<p>Sus acciones son complejas y se relaciona con la depresión, ansiedad, inatención, etcétera.</p>
 <p>Aminoácidos Glutamato</p>	<p>A lo largo de todo el encéfalo.</p>	<p>El neurotransmisor excitatorio más abundante (75%) en el SNC.</p>	<p>Su actividad irregular se asocia con la depresión, la esquizofrenia y la toxicidad neuronal.</p>
 <p>GABA</p>	<p>A lo largo de todo el encéfalo.</p>	<p>El neurotransmisor inhibitorio más abundante del encéfalo.</p>	<p>Su disminución se ha asociado a patologías como el trastorno bipolar y la ansiedad, así como a la epilepsia.</p>

Otros neurotransmisores que no aparecen en la tabla pero que pueden ser de interés para el lector son: Histamina, Epinefrina, Glicina, Óxido nítrico, Péptido intestinal vasoactivo, Colecistoquinina, Sustancia P, Encefalinas y Endorfinas.

3.4. En comunicación con anatomía

Finalmente, en nuestro camino de comunicarnos con las asignaturas vecinas, señalaremos las estructuras anatómicas del cerebro y las funciones mentales a las que dan asiento.

3.4.1. Estructuras del telencéfalo: Lóbulo frontal

3.4.1.1. Corteza prefrontal

La corteza prefrontal se encuentra en la región más anterior del cerebro y cuenta con las siguientes áreas:

3.4.1.1.1. Corteza Prefrontal Dorsolateral (CPFDL)

Es la estructura neocortical más desarrollada exclusivamente en los seres humanos, la cual se considera una región de asociación cognitiva que no procesa estímulos sensoriales directos. Ésta se encuentra ampliamente interconectada con otras regiones corticales y subcorticales.

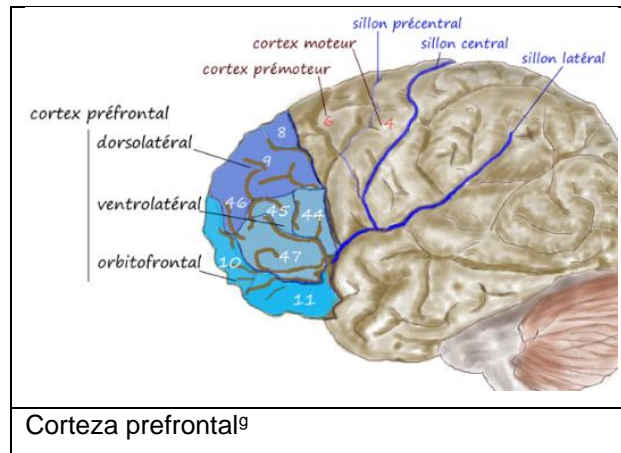
Su porción dorsolateral está relacionada casi exclusivamente con la actividad de las funciones ejecutivas (inhibición, flexibilidad cognitiva, planificación y organización), mientras que su porción anterior es un gran sistema de control, el cual se asocia a la región dorsolateral y se encarga del análisis de las funciones cognitivas (metacognición), de la autoevaluación (monitoreo) y del ajuste (control), con base en el desempeño continuo ¹⁰.

3.4.1.1.2. Corteza Frontal Ventromedial (CFVM)

Participa activamente en los procesos de inhibición, en la detección y solución de conflictos, así como en la regulación y el esfuerzo atencional. También actúa sobre la regulación de la agresión y de los estados motivacionales, además de estar asociada con la corteza del cíngulo. Un aspecto interesante, es que la CFVM izquierda se encarga de los estímulos emocionalmente negativos y la derecha de los positivos ¹¹.

3.4.1.1.3. Corteza Orbitofrontal (COF)

Se encuentra estrechamente relacionada con el sistema límbico y su función principal es el procesamiento y regulación de emociones y estados afectivos, así como la regulación y el control de la conducta. También se encuentra involucrada en la detección de cambios en las condiciones ambientales tanto negativas como positivas (de riesgo o de beneficio para el sujeto).

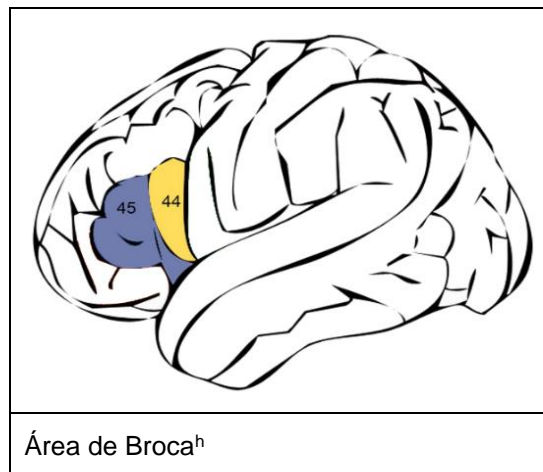


3.4.1.2. Áreas del control motor en la corteza frontal

En la región precentral (por delante del Surco Central y por detrás del Surco Precentral) se localizan las áreas motoras primaria y secundaria, asociadas tanto a la voluntad de iniciar la actividad motriz, como a coordinarla, y contiene programas específicos para llevar a cabo la actividad motriz de una manera adecuada. Estas regiones se asocian con estructuras internas que cumplen funciones motrices y de jerarquización de la información (ganglios basales, cerebelo y tálamo), así como con otras estructuras corticales.

3.4.1.3. Área de Broca (motora del lenguaje)

Ubicada en la circunvolución frontal inferior, en el hemisferio dominante, se asocia directamente al control motor para emitir y articular el habla. La lesión en esta zona produce Afasia de Broca ¹⁰.

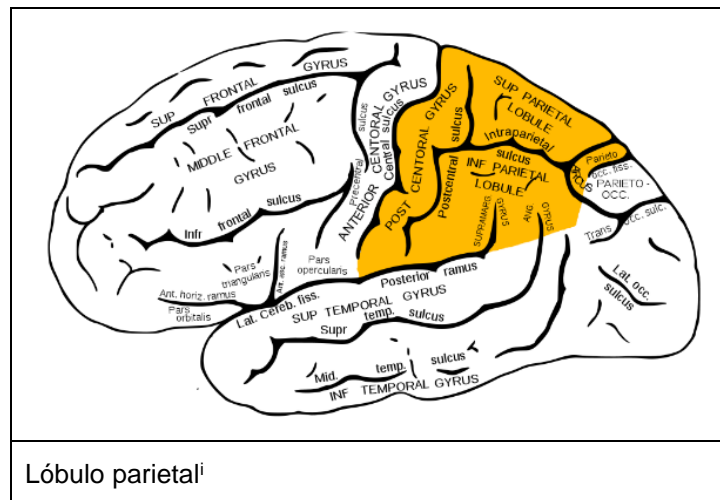


^g Pancrat, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

^h Fatemeh Geranmayeh, Sonia L. E. Brownsett, Richard J. S. Wise, CC BY 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>, via Wikimedia Commons

3.4.2. Estructuras del telencéfalo: Lóbulo parietal.

“La corteza parietal juega un papel importante en la integración de información de diferentes sentidos para construir una imagen coherente del mundo. Integra información de las vías visuales ventrales (que procesan lo que son las cosas) y las vías dorsales visuales (que procesan donde están las cosas). Esto nos permite coordinar nuestros movimientos en respuesta a los objetos de nuestro entorno. Contiene una serie de mapas de referencia distintos del cuerpo, el espacio cercano y el espacio lejano, que se actualizan constantemente a medida que nos movemos e interactuamos con el mundo. La corteza parietal procesa la conciencia atencional del medio ambiente, está implicada en la manipulación de objetos y en la representación de números”¹².

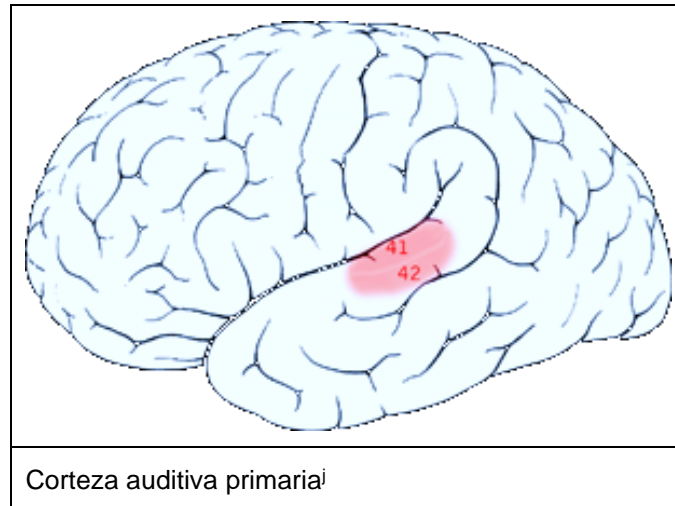


3.4.3. Estructuras del telencéfalo: Lóbulo temporal.

3.4.3.1. Área auditiva primaria

Es un área fundamental en la comprensión del lenguaje, que se le conoce con el epónimo de Área de Wernicke. La lesión de esta región cerebral produce una falla en la comprensión del lenguaje conocida como Afasia sensitiva (o de Wernicke), por lo cual, al solicitar a una persona con esta alteración que repita una frase (por ejemplo, “yo no voy si tú no llegas temprano”), ésta no podrá realizarlo pues no entenderá lo que se le dice¹³.

ⁱ Gray, vectorized by Mysid, coloured by was_a_bee., Public domain, via Wikimedia Commons

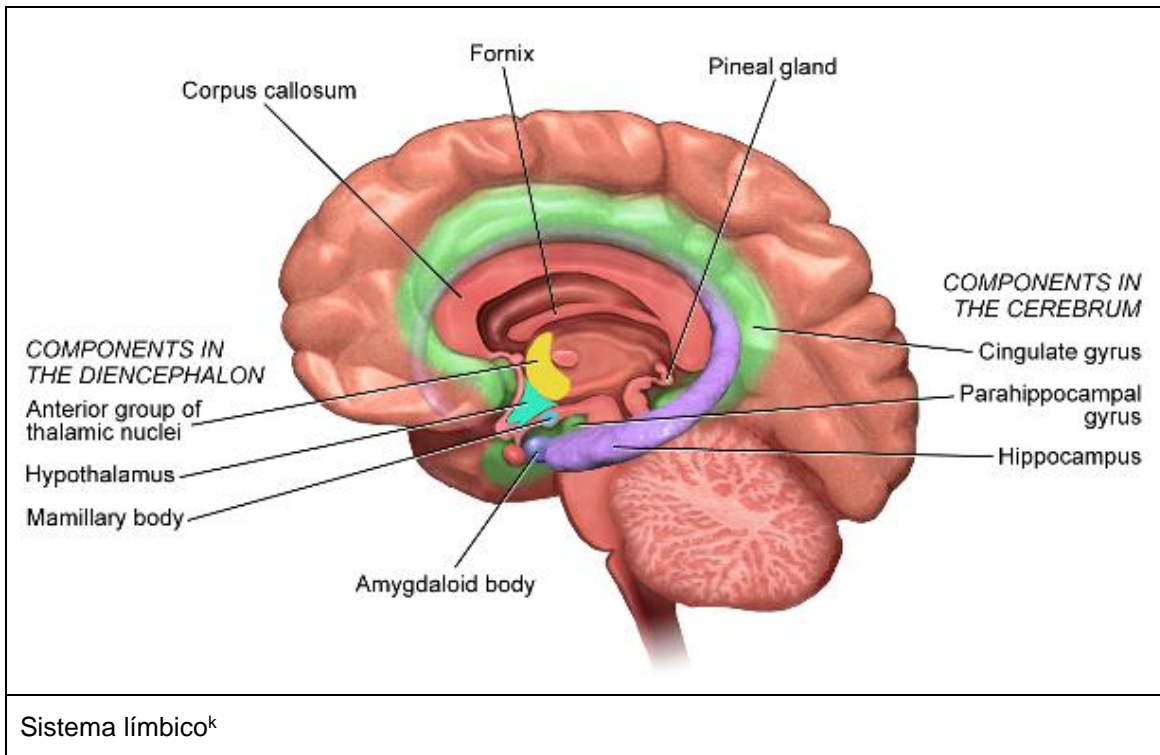


3.4.3.2. Sistema límbico

James Papez propuso la teoría de las emociones, aunque años antes el neurólogo Christofredo Jakob ya había escrito sobre las vías relacionadas con la producción de las emociones, por tal motivo, el circuito de las emociones se conoce como el circuito de Papez-Jakob. No obstante, los trabajos de McLean, en los cuales propuso al sistema límbico como asiento de las emociones en su teoría de las emociones “el cerebro trino” señala que el centro emocional es el hipocampo y que en el cerebro existen niveles de control, los cuales deben ser subordinados por los niveles superiores y que, si los niveles superiores pierden el control, los niveles inferiores surgirán en la conducta ¹⁴.

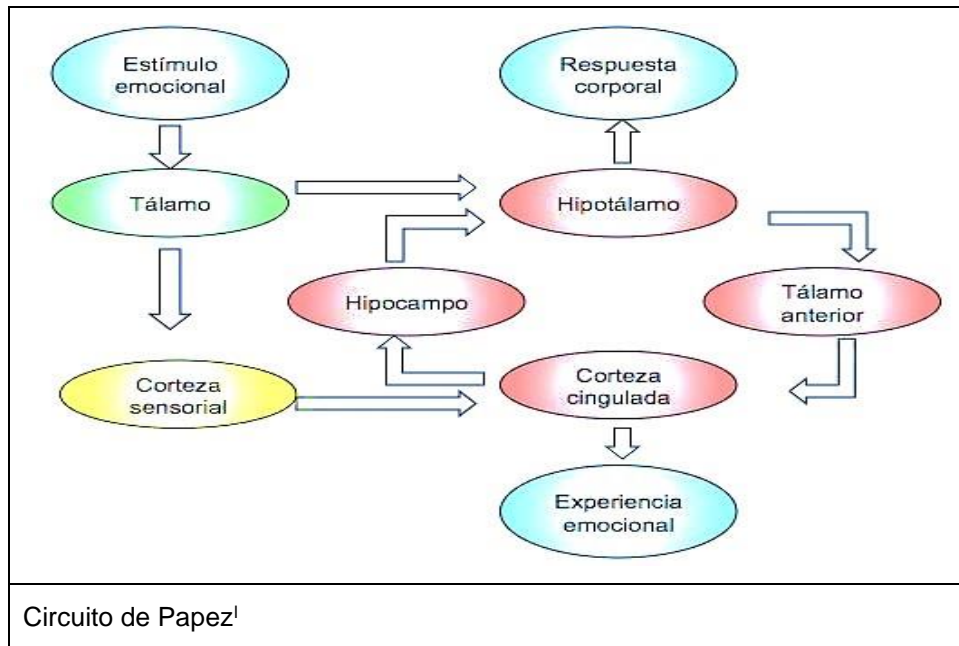
Este “cerebro trino” está basado en la visión de que el “cerebro humano”, el del razonamiento, tiene control sobre el “cerebro animal”, el cerebro límbico de las emociones y éste último tiene control sobre el “cerebro reptiliano”, de la supervivencia. Aunque esto ha sido discutido ampliamente, los trabajos de Antonio Damasio ¹⁵⁻¹⁷ con el uso de las técnicas de neuroimagen han brindado increíbles mapas del sistema emocional *in vivo*, en donde se comenta que las estructuras que constituyen el sistema límbico tienen un papel propio en la generación de emociones.

^j User:Mikael Häggström, CC BY-SA 3.0 <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons



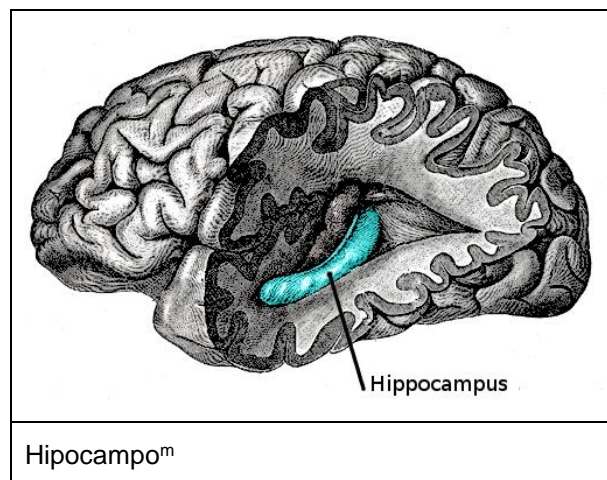
El sistema límbico está formado por las siguientes estructuras (de forma completa o algunas regiones de ellas): tálamo, hipotálamo, hipocampo, amígdala cerebral, cuerpo calloso, septo y mesencéfalo. Debemos tener presente que existe un camino de vías emocionales de entrada (inputs) que serán recibidas, evaluadas, jerarquizadas y procesadas; mientras que, por medio de vías de salida (outputs) se generarán: respuestas corporales (desde el hipotálamo), como cuando “sentimos mariposas en el estómago” o “se nos pone la piel de gallina”; experiencias emocionales (corteza cingulada), como los sentimientos de amor, felicidad, ira, etcétera; y el recuerdo de la experiencia emocional (hipocampo), por medio del cual se puede rememorar lo previamente sentido, como cuando la persona amada viene a nuestra mente o cuando recordamos aquello que nos generó enojo y entonces, volvemos a experimentar esta emoción.

^k Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436., CC BY 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>, via Wikimedia Commons



3.4.3.2.1. Hipocampo

El hipocampo es una estructura que forma parte de la corteza cerebral (lóbulo temporal). Está compuesto por cuerpos celulares y es una región de gran crecimiento neuronal. Su función principal es la memoria episódica y autobiográfica, la cuales serán revisadas más adelante en el apartado “Aprendizaje y memoria”. Así como la memoria espacial relacionada con la orientación espacial.



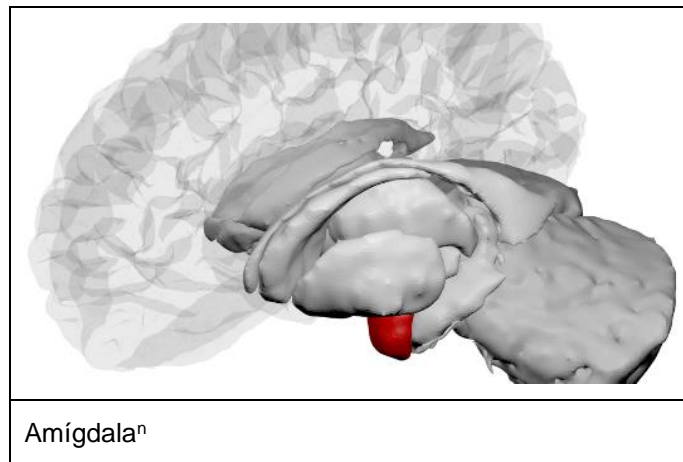
¹ Govaf, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons

^m Henry Vandyke Carter, Public domain, via Wikimedia Commons

3.4.3.2.2. Amígdala

Es una estructura compleja asociada al registro de estímulos aversivos para la existencia (centro del temor), que cumple además un gran número de acciones, como: proveer de una valencia emocional a los estímulos mediante conexiones recíprocas neocorticales y subcorticales, determinar el nivel de sensibilidad del individuo ante los eventos ambientales que recibe, añadir el color emocional a las percepciones y contribuir al tono emocional durante la consolidación y reestructuración de la memoria.

Desde el punto de vista clínico, se considera que las personas quienes presentan una alteración de la amígdala pierden la respuesta al temor y son agresivas.



Amígdalaⁿ

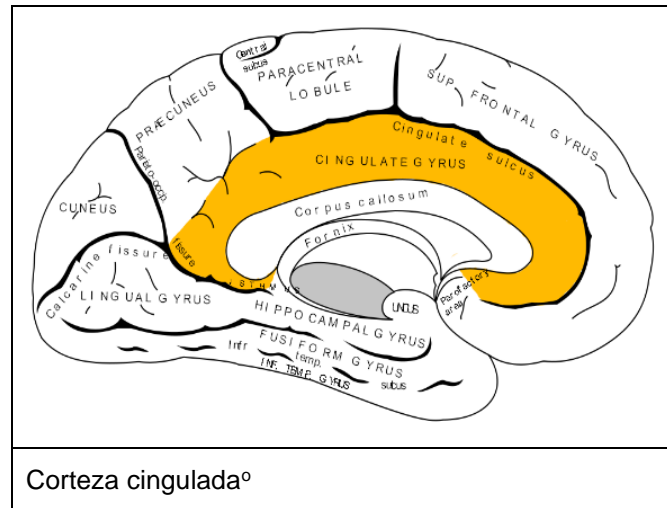
3.4.3.2.3. Corteza del cíngulo

3.4.3.2.3.1. Cíngulo posterior

La región se discute típicamente como teniendo una función unitaria debido a un patrón común de desactivación relativa observada durante tareas exigentes de atención. Una hipótesis influyente es que la corteza cingulada posterior tiene un papel central en el apoyo a la cognición dirigida de manera interna. Se considera un nodo clave en la red de modo predeterminado y muestra una mayor actividad cuando los individuos recuperan recuerdos autobiográficos o planean para el futuro, así como durante el "descanso" sin restricciones cuando la actividad en el cerebro es "libre". Sin embargo, otra evidencia sugiere que la región es altamente heterogénea y puede jugar un papel directo en la regulación del foco de atención. Además, su actividad varía con el estado de excitación, y sus interacciones con otras redes cerebrales pueden ser importantes para la conciencia. Por todo

ⁿ Razvan V. Marinescu, CC BY 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>>, via Wikimedia Commons

esto, la comprensión de la función de la corteza cingulada posterior puede llegar a considerarse de relevancia clínica ¹⁸.



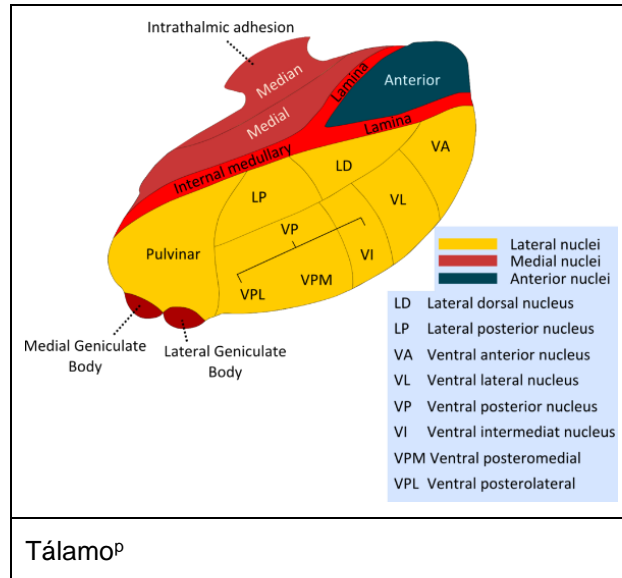
3.4.4. Estructuras diencefálicas

3.4.4.1. Tálamo

Es la estructura que ocupa en gran medida el diencefalo y, junto con la corteza cerebral, desempeña un papel importante en el análisis e integración de las funciones sensitivas (auditiva y visual). Forma parte del sistema somatosensitivo, además de colaborar en la percepción de estímulos mecánicos, térmicos y dolorosos. El control de la actividad motora también es una de las actividades de esta estructura.

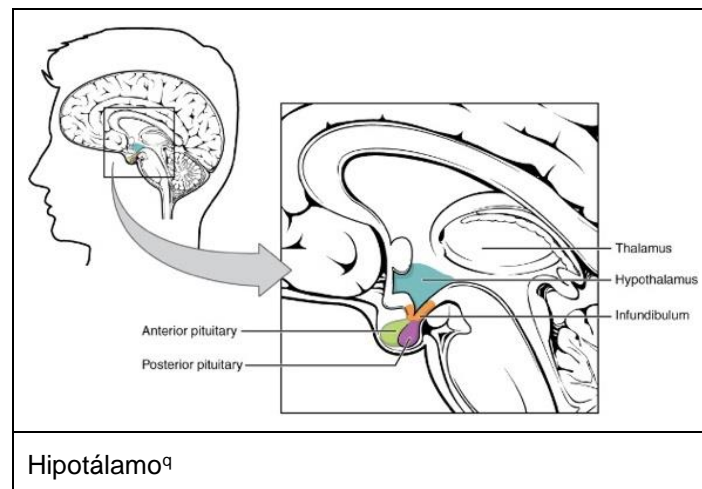
Su relación con la producción y control de las funciones mentales es enorme, hasta se puede señalar que casi todo el funcionamiento mental superior cuenta con la intervención de esta estructura, como son la atención, la conciencia, la emoción, el lenguaje, la memoria, la función ejecutiva, la planificación de la conducta y los movimientos, el aprendizaje y el pensamiento; así como las funciones básicas del cerebro, es decir, el ciclo de sueño-vigilia y el estado de alerta. Por lo tanto, las lesiones talámicas tienen un impacto desastroso en la vida de quien las sufre.

^o Brodmann, Mysid. Colored by was_a_bee., Public domain, via Wikimedia Commons



3.4.4.2. Hipotálamo

Es la región del cerebro más importante para la coordinación de conductas esenciales, vinculadas al mantenimiento de la especie. Se localiza por debajo del tálamo como su nombre lo indica y, además de estar relacionado con las funciones de supervivencia, cumple un papel esencial en el mecanismo de las emociones, el estado de alertamiento, la memoria y la creación de vínculos en la especie. Si el lector quiere conocer más acerca de este tema, deberá revisar el papel de la oxitocina y la vasopresina.



^P Madhero88, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

^Q OpenStax College, CC BY 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>, via Wikimedia Commons

3.4.5. Mesencéfalo

Las neuronas de la sustancia nigra del mesencéfalo están relacionadas con la coordinación de la actividad motriz. En la enfermedad de Parkinson, la disminución de estas neuronas, secundaria a su degeneración y muerte, se asocia con síntomas como el temblor, los problemas en la marcha y la rigidez.

3.4.6. Metencéfalo: estructuras del puente tronco-encefálico.

3.4.6.1. Locus coeruleus

Se localiza en la protuberancia y funcionalmente se asocia con el alertamiento, la atención y la vigilia. Además, es una de las estructuras ampliamente relacionadas con la presencia de trastornos de ansiedad. El principal neurotransmisor que produce es la norepinefrina.

3.4.6.2. Sistema Activador Reticular Ascendente

Es un conjunto de neuronas que se encuentran en el tallo cerebral, desde el puente hasta el diencefalo. Estas neuronas se encuentran dispersas entre la sustancia blanca y constituyen un sistema primitivo que controla el ciclo de sueño-vigilia y, junto con el locus coeruleus, cumple funciones relacionadas con el estado de alertamiento y los procesos atencionales.

4. Las funciones mentales

4.1. Sobre el concepto de las funciones mentales

El término de funciones mentales surge de los estudios de Vygotsky, teórico ruso de la psicología educativa que, a partir de un enfoque histórico-cultural, distinguió dos tipos de funciones mentales: las *inferiores*, determinadas genéticamente y que resultan necesarias para la adquisición y desarrollo de las *superiores*, como resultado de la interacción con los otros dentro de un contexto sociocultural ¹⁹.

Más tarde, desde la perspectiva de la neurociencia cognitiva, el neuropsicólogo y médico ruso, Luria, señaló que las funciones mentales superiores son "aquellas que están generadas por las estructuras corticales propiamente" ²⁰.

En la actualidad, se llaman funciones mentales superiores a la atención, el aprendizaje y la memoria, el lenguaje, las emociones, la conciencia, el pensamiento y el razonamiento, así como las funciones ejecutivas.

"Si el ser humano puede conocer el mundo y reaccionar en él, ello es gracias a un funcionamiento coordinado de sus recursos cognoscitivos, y por las múltiples conexiones que el cerebro teje no solamente de un hemisferio a otro, sino también en el interior de cada uno de ellos, dibujando una

compleja red neuronal articulada de un extremo al otro. De esta manera se establecen innumerables relaciones entre la cognición, la afectividad, la percepción sensorial y la motricidad”²¹.

Las funciones mentales son el resultado de la actividad de células neurales que conforman el cerebro^{21,22}, el cual trabaja en tres bloques: a) *de activación*, bajo el control del tallo cerebral y centroencéfalo; b) *de recepción*, almacenamiento y comprensión de información, bajo el control de los lóbulos occipital, temporal y parietal; c) *de planeación, ejecución y evaluación de la acción*, bajo el control del lóbulo frontal²³. Esto se desglosa en la tabla que aparece a continuación.

Los bloque funcionales del cerebro ²³		
Bloque	Estructuras	Funciones
A) De activación.	<ul style="list-style-type: none"> • Formación reticular • Diencefalo • Sistema límbico • Regiones medio-basales, frontales y temporales 	<ul style="list-style-type: none"> • Ritmo vigilia-sueño • Vida afectiva • Atención • Agresividad-pasividad
B) De recepción, almacenamiento y comprensión de información.	Parte posterior del cerebro <ul style="list-style-type: none"> • Lóbulo parietal • Lóbulo temporal • Lóbulo occipital 	<ul style="list-style-type: none"> • Gnosias • Comprensión del lenguaje • Esquema corporal • Orientación espacial • Cálculo numérico • Memoria
C) De planeación, ejecución y evaluación de la acción.	Parte anterior del cerebro <ul style="list-style-type: none"> • Lóbulo frontal 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresión del lenguaje • Pensamiento correcto • Conducta voluntaria • Praxias • Aprendizaje • Creatividad • Conciencia

4.2. Descripción de las funciones mentales

4.2.1. Atención

Es la focalización interna (hacia lo que sucede en el cuerpo) o externa (hacia lo que nos rodea), a través de los órganos de los sentidos, que puede dirigirse hacia uno o varios estímulos. Es considerada una función elemental (un proceso básico y necesario) debido a que de ella dependen otras funciones mentales como el aprendizaje y la memoria, las funciones ejecutivas, así como el desempeño funcional. La atención se genera a través de la interacción de múltiples componentes anatómo-funcionales, tiene carácter multisensorial (depende del canal por el cual se reciba la información: visual, auditiva, táctil, etcétera). Su capacidad es limitada ante el ingreso de diversos estímulos, implica procesos voluntarios (selecciona activamente aquello a lo que atendemos) e involuntarios (procesa información de lo que no somos conscientes) e interactúa con otros procesos cognitivos. Así mismo, el proceso atencional tiene tres fases: *inicio o captación* de la atención, que puede ser activa (con el esfuerzo de quien atiende) o pasiva (sin esfuerzo de quien atiende); *mantenimiento*, el cual se produce a los pocos segundos del inicio y es importante que el individuo prolongue el periodo de atención lo necesario para procesar la información sobre lo que está siendo focalizado; y *cese* (cuando finaliza).

Como se señaló previamente, es un proceso coordinado por diferentes estructuras cerebrales. Dentro de éstas, podemos nombrar el lóbulo frontal, la región cingular, el lóbulo parietal posterior del hemisferio derecho, las áreas temporales y, especialmente, el tronco cerebral, en concreto, la formación reticular del tronco cerebral, ya que juega un papel importante como filtro o marcapasos de la atención; además del tálamo, que funciona como punto de control de la matriz atencional.

Clínicamente, existen distintas clasificaciones de la atención; para esta revisión, utilizaremos la siguiente tabla.

Clasificación de los tipos de atención ²⁴

Alertamiento (Arousal). Es la capacidad de estar despierto y mantener la alerta.

Atención focalizada. Capacidad para centrar diferentes niveles de intensidad de atención sobre el estímulo.

Atención sostenida. Capacidad para mantener la atención en el tiempo, depende en buena medida de las características individuales de cada sujeto, así como de las circunstancias ambientales.

Atención selectiva. Capacidad de diferenciar los estímulos relevantes, o aquellos a los que damos prioridad, de los que no lo son (conocidos estos últimos como distractores).

Atención alternante. Capacidad para cambiar de manera alterna el foco de atención de un estímulo a otro, o de una tarea a otra, que exige habilidades o respuestas diferentes. Es la base de la flexibilidad cognitiva.

Atención dividida. Capacidad para atender a más de un estímulo al mismo tiempo y procesar la información relativa a cada uno de ellos a la vez.

Por otro lado, es importante saber que cuando se produce un daño a nivel del lóbulo frontal (en particular de la región prefrontal), las personas pueden presentar distraibilidad, con una estrecha relación entre los déficits atencionales y el control ejecutivo.

4.2.2. Conciencia

El Dr. Ramón de la Fuente, en su libro *Psicología Médica*, define a la conciencia de la siguiente forma: “conciencia significa ‘tener conocimiento’, ‘saber de’, ‘percibir’, ‘darse cuenta de”. Estar consciente implica estar despierto, tener conocimiento de uno mismo y del medio. Esta capacidad tiene dos componentes, uno perceptual y otro motor: mediante la percepción, el sujeto extrae información del mundo a través de los órganos de los sentidos; mientras que el componente motor le permite prepararse para iniciar y ejecutar una acción ¹. Tanto la percepción como la capacidad motriz son funciones propias, de las cuales echan mano la conciencia y la atención.

Las estructuras relacionadas con la conciencia son: el locus coeruleus, el lóbulo frontal, el lóbulo parietal y el tálamo. Estudios recientes muestran que la corteza prefrontal media (CPFm) es la encargada de tener conciencia de uno mismo, es decir: “Narciso se mira en el agua y sabe que es Narciso el que se refleja”. Por otra parte, la corteza prefrontal dorsolateral (CPFdl) está relacionada con la conciencia de los otros.

En la actualidad, hablar sobre el término conciencia sigue siendo complicado; en la literatura anglosajona, por ejemplo, existen diferentes formas para definirla:

Diferentes definiciones relacionadas con el término *conciencia* ²⁴

Darse cuenta (Awareness). Término utilizado por la psicología que hace alusión a “darse cuenta”, a tener conocimiento de un determinado contenido de la conciencia.

Alertamiento (Consciousness). Concepto médico que alude al nivel de alerta del individuo.

Conciencia (Conscience). Se utiliza desde el punto de vista filosófico moral, con toda la implicación que para tal enfoque tiene el término.

Desde la neurología clínica, existen cuatro niveles de conciencia (o, de manera correcta bajo esta perspectiva, alertamiento) que deben ser evaluados:

Niveles de alertamiento ²⁴

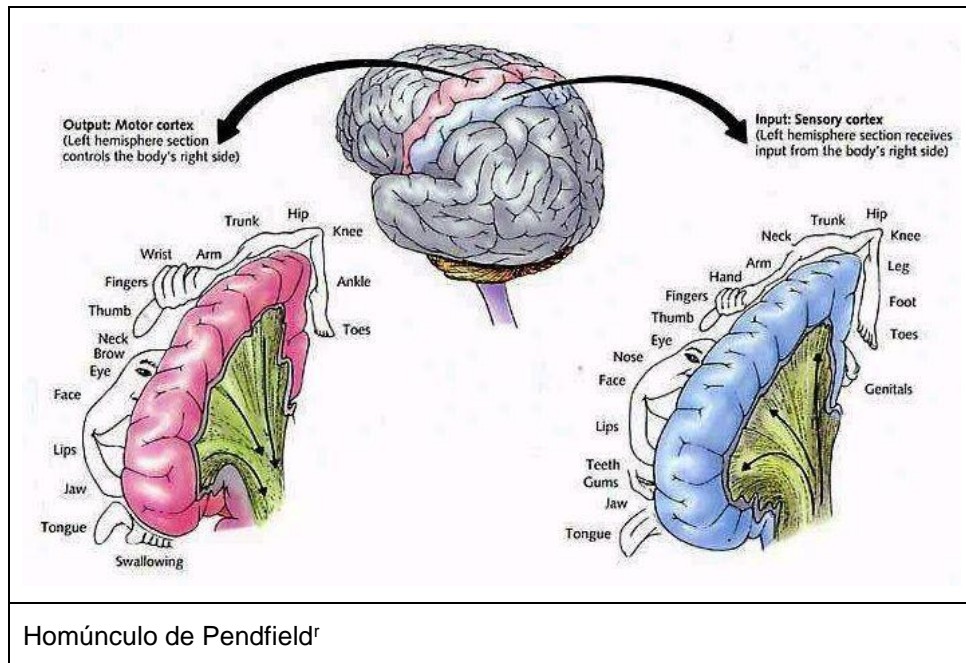
Alerta. Es el estado del sujeto sano, en vigilia o sueño fisiológico, con un nivel de despertar normal.

Obnubilación o letargo. Es la reducción leve o moderada del estado de alerta. En la obnubilación existe un defecto en la atención, tiene respuestas lentas a la estimulación, enlentecimiento de la velocidad del pensamiento y somnolencia diurna excesiva.

Estupor. Es un estado alterado, en el cual el sujeto está permanentemente dormido y solo se consigue obtener de él algún tipo de respuesta, como verbalizaciones incoherentes o la ejecución de una orden sencilla de manera errónea, las cuales solo se presentan mediante estímulos vigorosos del entrevistador, generalmente dolorosos y repetidos.

Coma. Se refiere a la falta de respuesta ante cualquier tipo de estímulo, sea cual sea su modalidad o intensidad, con incapacidad para despertar al sujeto. Es el grado más profundo de disminución de los componentes de la conciencia.

Desde el punto de vista neurobiológico, existen estructuras cerebrales implicadas en la conciencia de nuestra integración corporal (sensitiva y motriz); es así como nuestro cerebro está dotado con un mapa mental en forma de hombrecillo deforme (homúnculo de Penfield), por medio del cual se representan las regiones del cuerpo y sus órganos, donde podemos identificar cómo están distribuidas las secciones de nuestro cuerpo (de manera consciente e inconsciente).



Las áreas encargadas de la sensibilidad se encuentran especialmente, aunque no de forma única, en el lóbulo parietal (corteza somatosensorial); mientras que el mapa motor se localiza en el lóbulo frontal (corteza motora).

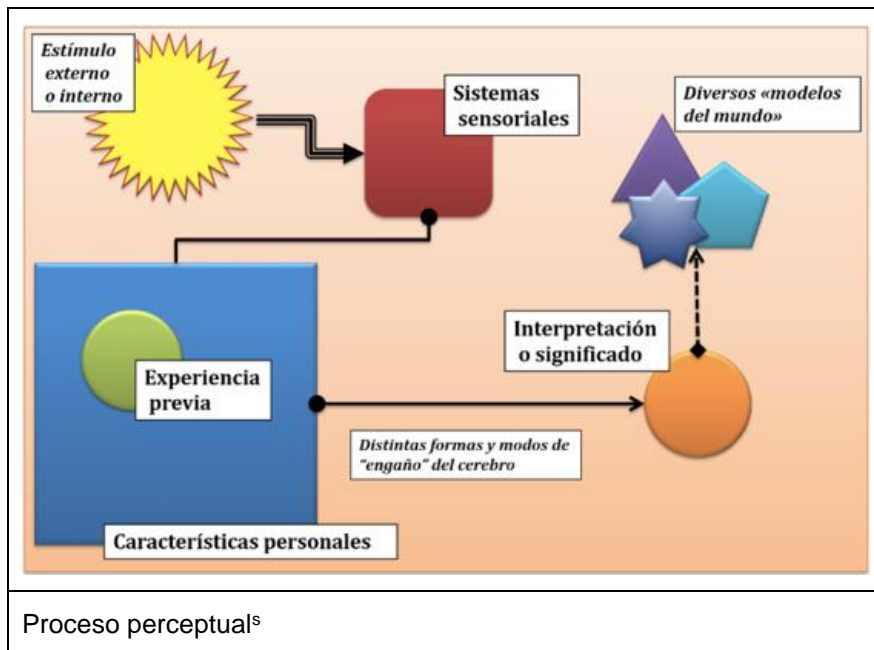
Aquellas personas que han sufrido la amputación de alguno de sus miembros pueden referir dolor o prurito, como si la extremidad continuara en su sitio. Este fenómeno es conocido como síndrome del miembro fantasma y se debe probablemente a que el cerebro se encuentra en un estado de activación de la estructura que se perdió, por lo que la persona identifica que aún la tiene o que le genera molestias.

4.2.2. Percepción

Es el proceso de orden superior para reconocer e integrar patrones complejos de las sensaciones. La sensación se define como el proceso para detectar estímulos, del cual depende la percepción. Esta última constituye, además, un proceso cognitivo que implica el acto de dar significado a lo captado y permite la interacción entre la persona y el mundo que la rodea ²⁴.

Como toda función compleja, requiere de distintas formas de actividad mental, como la atención, el reconocimiento, la interpretación, el significado, la elaboración de juicios procedentes tanto del interior como del exterior, el aprendizaje, la memoria y la simbolización.

²⁴ Tomado de: <http://brainmind.com/FrontalMotorAreas.html>.



Proceso perceptual^s

Desde el punto de vista neurobiológico, el proceso de la percepción genera en nuestra mente la conciencia de los objetos —tanto externos como internos—, los cuales son captados por los sistemas sensoriales, que generan un código neural legible para las neuronas del encéfalo, las cuales viajan corriente arriba —de forma directa o no—, haciendo relevo en los núcleos cerebrales hasta llegar a la corteza cerebral. En ésta existen diferentes regiones para interpretar lo que ha ingresado a través de los sentidos: las zonas relacionadas con la visión se encuentran en la corteza visual primaria y las de la audición en la corteza temporal. Sin embargo, la percepción es mucho más compleja e involucra las áreas de asociación, que confieren las capacidades relacionadas a la identificación de rostros y de las conductas que los otros realizarán (como ocurre en las neuronas en espejo), entre otras más.

Dentro de una serie de alteraciones perceptivas que pueden presentarse, encontramos a las alucinaciones, las cuales se definen como “una percepción sin objeto real, sin el estímulo externo correspondiente [pero] con juicio de realidad, [...] son corpóreas, poseen carácter de objetividad, tienen un diseño determinado (habitualmente nítidas y con frescura sensorial), son constantes, pueden ser retenidas fácilmente, así mismo, son independientes de la voluntad y admitidas pasivamente”²⁵. Las dos formas de alucinaciones más comunes son las auditivas y las visuales, sin embargo, también se pueden presentar alucinaciones olfativas, gustativas, táctiles, cenestésicas y cinéticas. Otras alteraciones son las ilusiones, que se definen como “percepciones falseadas o

^s Elaboración propia.

distorsionadas de un objeto real, las cuales se producen con relación a la atención, a la afectividad y a la conciencia”²⁵; por ejemplo, percibir la figura de un hombre de pie, en lugar del saco que realmente está colgado en el perchero.

4.2.3. Aprendizaje y Memoria

El aprendizaje se refiere al proceso de adquisición de información nueva o de patrones nuevos de conducta, señalándose que es “un término genérico para un número diverso de diferentes procesos cognitivos”. También puede ser definido como “un cambio en el estado de un sistema producido por la experiencia y reflejado en el comportamiento”²⁶.

La memoria, por su parte, es un proceso que permite conservar la información transmitida por un estímulo una vez que éste ya no se encuentra presente, así como actualizar algo sucedido en el pasado; por lo que la memoria cumple un papel fundamental en varios procesos cognitivos.

Establecer un límite entre la neurobiología del aprendizaje y la memoria resulta complicado. El Dr. Erick Kandel, premio Nobel de Medicina por sus estudios acerca de la formación de la memoria, señala que los estímulos repetidos inicialmente producen respuestas conductuales que no son aprendidas y que, a nivel neuronal, hay cambios en la cantidad de neurotransmisores que se liberan en el espacio sináptico, pero éstos no inducen modificaciones en la sinapsis; no obstante, si estímulos repetidos se presentan en diversas ocasiones, la respuesta es recordada por semanas, lo cual sucede por la activación de dos proteínas intracelulares: el CREB-1, que permite la actividad del CREB-2, este último codifica factores de transcripción del material genético y a su vez aumenta la síntesis de proteínas relacionadas con el cambio en las sinapsis. Por tal motivo, los estímulos iniciales solo producen cambios a nivel de la neurotransmisión, que no son perdurables; mientras que los segundos (es decir, los que se presentan en distintas ocasiones, de manera repetitiva) favorecen el proceso de plasticidad sináptica²⁷.

Dar un asiento al aprendizaje en alguna estructura del cerebro es imposible, ya que los procesos de conexión, desconexión y reconexión neuronal ocurren en todo el cerebro a lo largo de la vida, especialmente pero no de manera exclusiva, en la infancia, la adolescencia y la adultez temprana.

En el caso del hipocampo, este permite consolidar la información y añade el valor de sustentar a nivel celular y funcionalmente los mapas cognitivos o guías básicas incluidas en la orientación espacial. La amígdala, por su parte, está implicada en la fijación de los recuerdos emocionales y el inicio de la motivación. Los ganglios basales tienen una gran importancia en algunos tipos de memoria específica, como la memoria motora; ésta —a su vez— forma parte de la memoria procedimental, la cual es no declarativa o implícita y automática y —junto con las funciones cerebelosas— permite que las personas puedan realizar actividades psicomotoras bajo un patrón conocido que se consolida con la experiencia y la retroalimentación.

Otras estructuras asociadas, como el cíngulo, ayudan a reforzar los recuerdos pasados y los recientes. Así mismo, los lóbulos cerebrales de regiones posteriores del lóbulo frontal se relacionan con la adquisición de información y con el almacenamiento principalmente consciente (en especial de la corteza temporal medial), de gran aporte en la actividad de la memoria operativa o de trabajo, en consonancia con el córtex prefrontal. En estas estructuras posteriores o retrorrrolándicas, el aprendizaje se configura a modo de percepción o gnosias, como interpretación de los recuerdos sensoriales, asociándose —además— con las estructuras anteriores cerebrales; en este caso, el lóbulo frontal, donde permitirá que se organice y logre una de las funciones mentales más complejas del ser humano: el lenguaje.

En este sentido, la memoria no solo codificará información sensoperceptiva y motora, también incluirá aspectos significativos en la vida de la persona; es decir, una memoria planificadora y ejecutiva, que implica una intrínseca relación con el pensamiento y con la conciencia tanto de sí mismo como de la realidad en la que se encuentra ²⁸.

Para poder memorizar y recordar, el proceso mnésico debe seguir una secuencia de pasos:

Fases de la memoria²⁴

Decodificación y adquisición de la información. La información será recibida a través de los órganos sensoriales y seguirá procesos sensoriales o semánticos dependiendo de sus características.

Almacenamiento. Inicia a los pocos segundos de la decodificación y constituye el proceso que garantiza la fijación de la información en el cerebro.

Recuperación. Comprende tanto el acceso a los almacenes neuronales en donde la información es guardada, así como la evocación eficaz y consciente de la información cuando el sujeto la necesita.

Se han realizado a través del tiempo diversas clasificaciones de la memoria, las más comunes son las relacionadas con su temporalidad (anterógrada y retrógrada), con su duración (a corto y a largo plazo) y con el tipo de sensaciones que son memorizadas (visual, auditiva, olfatoria, etcétera) ²⁸. Aquí describiremos, en forma breve, la memoria de acuerdo con su duración:

La memoria a corto plazo es aquella que maneja información en periodos breves, considerándose una memoria del presente. No obstante, una parte de la información que es procesada en este tipo de memoria puede ser consolidada y guardada como memoria a largo plazo.

La memoria a largo plazo es aquella que mantiene la información por largos periodos, hasta toda la vida. En el proceso de memorización a largo plazo, es importante que los eventos u objetos se asocien con un valor emocional que favorezca el hecho de ser recordados; las emociones pueden

tener un valor agradable (por ejemplo, el sabor de la comida de la madre) o desagradable (por ejemplo, haber sido perseguido por un perro enojado). En este sentido, la memoria a largo plazo está asociada incluso con la supervivencia ²⁹.

Por su importancia clínica, podemos señalar que la memoria a largo plazo puede dividirse en una memoria: a) declarativa o explícita, la cual hace referencia a aquella información procesada de manera consciente que supone un control y la voluntad de la persona para procesar la información y que puede ser recordada con palabras; b) de sucesos o episódica, que sirve para tener evidencias (por ejemplo, permite responder a la pregunta ¿qué hice?), se refiere al recuerdo de los sucesos de la vida experimentados por las personas (memoria biográfica) y está relacionada con el proceso temporo-espacial ²⁴.

Desde el punto de vista clínico, el síndrome de Korsakoff, producido por el déficit vitamínico (esencialmente de vitamina B1), conduce a las personas —generalmente aquellas con problemas de alcoholismo— a presentar fallas en la memoria y el aprendizaje.

4.2.4. Lenguaje

Es una función cerebral que está constituida por un conjunto de signos tanto verbales como no verbales o escritos, y se configura como la principal forma de expresión y comunicación humana. Resulta esencial como vía de acceso al pensamiento y, por lo tanto, es fundamental para la exploración del resto de las funciones mentales del individuo.

El lenguaje constituye la modalidad comunicativa más completa y elaborada que se ha desarrollado en el ser humano, pero es precisamente en esta complejidad y en la influencia de una multiplicidad de factores (intelectuales, emocionales, conativos, conductuales, educacionales, ideológicos, etcétera), donde reside el origen de posibles obstáculos para una adecuada comunicación entre las personas.

Damasio señala que hay tres sistemas principales que sustentan funcionalmente el lenguaje:

Sistema funcionales del lenguaje ³⁰

Sistema operativo o instrumental, que ocupa la región perisilviana del hemisferio dominante e incluye el área de Broca y el área de Wernicke.

Sistema semántico, que abarca grandes extensiones corticales de ambos hemisferios.

Sistema intermedio organizado modularmente, que sirve de mediación entre los dos anteriores y se ubica alrededor del sistema instrumental.

Hay ciertas lesiones cerebrales que alteran las áreas del control del lenguaje, como las afasias, las cuales pueden generar problemas en una, algunas o todas las siguientes destrezas: la expresión oral, la comprensión, la lectura y la escritura. Generalmente, las lesiones del hemisferio izquierdo provocan la mayoría de las afasias en las personas diestras y en 50% de los zurdos. Las lesiones del hemisferio derecho alteran especialmente el tono emocional del habla y el lenguaje ³¹.

4.2.5. Emociones

La emoción indica el análisis de un suceso interno o externo como significativo, que se acompaña de activación corporal, expresión facial y evaluación subjetiva. Dentro de sus diferentes concepciones, se han descrito los siguientes seis tipos básicos de respuestas emocionales, que podrían considerarse universales, pues están presentes en todas las culturas: alegría, tristeza, ira, miedo, desagrado y asombro ³².

Históricamente, se ha intentado abordar el estudio de la cognición de manera parcial, con base en los preceptos filosóficos de las tres “almas” de la naturaleza humana: el intelecto, la voluntad y la emoción. El problema con este tipo de enfoques, al igual que con muchos otros donde se analiza al ser humano de manera fragmentada, es que la realidad no puede ser fraccionada sin el riesgo de perder su visión integral ²⁸. Muchas de las decisiones que tomamos, como veremos más adelante, tienen que ver con la influencia de las emociones; incluso, nuestra forma de pensar y actuar. Así mismo, el alertamiento, la atención, el aprendizaje y la memoria se ven reforzados por la emoción.

Previamente, cuando tratamos el tema de neuroanatomía, se habló del sistema límbico y las estructuras asociadas a la formación de las emociones, por lo que se invita al lector a revisarlo nuevamente. Si bien existen muchas otras estructuras implicadas en la formación de las emociones, no es el fin de este escrito abordar su explicación, por lo que solo las señalamos a continuación: el hipocampo y la amígdala, los cuerpos mamilares, el tálamo anterior, la corteza cingulada, el giro parahipocampal, la corteza entorrinal, el hipotálamo, el núcleo septal y la corteza del lóbulo frontal.

Hoy en día, obtener información sobre el funcionamiento cerebral y la actividad mental es posible gracias a las técnicas de neuroimagen más novedosas. Un ejemplo de ellas es la resonancia magnética funcional, la cual combina la actividad neuronal con el metabolismo y el flujo sanguíneo, registrando los cambios del flujo sanguíneo cerebral asociados con la funcionalidad de las neuronas que son responsables de los procesos cognitivos, sensitivos, motores y emocionales ³². Otro recurso tecnológico es la tomografía por emisión de positrones (PET), donde se mide la dispersión espacial de radioisótopos marcados que se administran vía intravenosa, obteniendo imágenes correspondientes al aumento del metabolismo neuronal en el cerebro por la utilización de la glucosa marcada que libera radiación gamma ³³. Gracias al uso de estos métodos, se ha podido obtener la siguiente información en el campo de las emociones:

Regiones cerebrales asociadas con tareas emocionales: evidencia de la neuroimagen ²⁶.

La corteza prefrontal medial tiene un papel general en el procesamiento emocional.

El miedo se encuentra específicamente comprometido con la amígdala.

La tristeza se asocia con la actividad en el cíngulo subcalloso.

La inducción emocional por estímulos visuales activa la corteza visual y la amígdala.

La inducción por recuerdos/imágenes emocionales activa el cíngulo anterior y la ínsula.

Las tareas emocionales con demanda cognitiva involucran el cíngulo anterior y la ínsula.

La región caudal del hemisferio cerebral derecho desempeña un papel fundamental en la comprensión, el reconocimiento y la expresión de las emociones.

Cada vez es mayor el número de investigaciones en el área de la psicopatología, en el campo de las neurociencias; en ellas se buscan alteraciones tanto moleculares, como morfológicas, relacionadas con la depresión, la manía y la ansiedad, entre muchos otros padecimientos. Hablar de cada uno de ellos —desde la neurobiología— implicaría una revisión extensa, pero debemos tener en mente que se han logrado encontrar múltiples alteraciones en estos estados, por lo que es necesario que los trastornos del estado de ánimo y los mentales en general sean concebidos como alteraciones de las funciones de la actividad cerebral y no meramente como enfermedades subjetivas.

4.2.6. Pensamiento

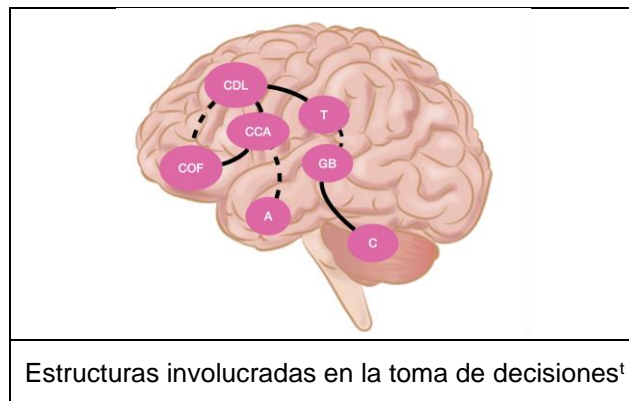
Como función mental, éste hace referencia a la capacidad del cerebro de formar ideas y de establecer relaciones entre éstas ²⁴. Hoy en día, se señala que el razonamiento y la toma de decisiones son parte del pensamiento y no funciones separadas. Se agrega que la “capacidad del cerebro para crear representaciones mentales es el fundamento de la abstracción, un proceso que nos libera de nuestro entorno, nos libera de las respuestas condicionadas...” ³⁴.

En la corteza prefrontal, se encuentra el asiento neurobiológico del pensamiento; ésta es la base de la formación de pensamientos abstractos; además de que la corteza prefrontal dorsolateral resulta esencial para la memoria de trabajo espacial.

El razonamiento, por su parte, es la facultad que permite resolver problemas, extraer conclusiones y aprender de manera consciente de los hechos, estableciendo conexiones causales y lógicas necesarias entre ellos. Los estímulos externos que son percibidos activan a la razón, la cual tratará de discernir las propiedades de cada objeto ideal, así como las relaciones entre las distintas ideas

sobre la base de la necesidad del propio individuo, los datos externos memorizados y los recuerdos naturales.

Por otro lado, la toma de decisiones hace referencia a la selección de una opción dentro de cierto número de alternativas existentes, considerando los posibles resultados y sus consecuencias en el comportamiento presente y futuro ³⁵; y es que el resultado de tomar una decisión implica “obtener ganancias” o “sufrir pérdidas”. En este proceso, están involucradas varias estructuras cerebrales que juegan un papel fundamental: la amígdala (A), la ínsula, las cortezas prefrontal medial, orbitofrontal y dorsolateral (CDL), las cortezas cinguladas anterior (CCA) y posterior, el tálamo (T), el núcleo accumbens y el área tegmental ventral, así como los ganglios basales (GB) y el cerebelo (C) ³⁶.



5. Para finalizar

La trascendencia del conocimiento de las neurociencias en el estudio de las funciones mentales nos permite entender la complejidad de las tareas que realizamos día a día, desde las más básicas hasta las de mayor dificultad. No debemos menospreciar los cambios que ocurren en nuestros pacientes a nivel del psiquismo, pues ello refleja modificaciones a nivel químico o morfológico en las estructuras neurales que hoy en día podemos entender de mejor manera. Tanto el conocimiento de las estructuras anatómicas, como la bioquímica y la fisiología, han resultado ser una parte fundamental para comprender lo que somos o, como señala el neurocientífico Michael Gazzaniga ³⁷, lo que “nos hace humanos”.

La creatividad, la inteligencia, la capacidad de modificar al mundo a nuestro capricho y antojo, así como la habilidad para socializar y establecer comunidades complejas, son producto de las funciones mentales que trabajan de manera organizada y sincronizada, con un grado de complejidad mucho mayor que el de la maquinaria de un relojero experto o el de la sinfonía que consagró a cada uno de los grandes compositores clásicos.

^t Modificado de: Injurymap, CC BY 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>>, via Wikimedia Commons

Referencias

1. de la Fuente, R. *Psicología médica*. (Fondo de Cultura Económica, 1992).
2. Saaty, T. Part 2—The firings of many neurons and their density; the neural network its connections and field of firings. *Neural Netw.* **86**, 115–122 (2017).
3. Sadler, T. W. Langman's Medical Embryology, 13e. (2018).
4. Gartner, L. P. & Hiatt, J. L. Cell Biology and Histology, 7e. (2015).
5. Stahl, S. M. & Stahl, S. M. *Stahl's Essential Psychopharmacology: Neuroscientific Basis and Practical Applications*. (Cambridge University Press, 2013).
6. Landhuis, E. Neuroscience: Big brain, big data. *Nature* **541**, 559–561 (2017).
7. Murray, R. K. et al. *Harper's Illustrated Biochemistry, 28th Edition*. (McGraw Hill Professional, 2009).
8. *Neurobiology of mental illness*. (Oxford University Press, 2013).
9. Vélez. Clasificación de los neurotransmisores. *Biología: Recinto Universitario de Mayagüez*.
10. Lázaro, J. C. F. & Solís, F. O. Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Rev. Neuropsicol. Neuropsiquiatría Neurocienc.* **8**, 47–58 (2008).
11. Carretié, L., López-Martín, S. & Albert, J. Papel de la corteza prefrontal ventromedial en la respuesta a eventos emocionalmente negativos. *Rev Neurol* **50**, 245–252 (2010).
12. Genes to Cognition Online. <http://www.g2conline.org/>.
13. Duque Parra, Jorge Eduardo, Muñoz Cuervo, Alberto, Morales Parra, Genaro & Moscoso Ariza, Óscar Hernán. *Anatomía neurológica con orientación clínica*. (2011).
14. Dalgleish, T. The emotional brain. *Nat. Rev. Neurosci.* **5**, 583–589 (2004).
15. Damasio, A. *El error de Descartes: La emoción, la razón y el cerebro humano*. (Grupo Planeta, 2018).

16. Damasio, A. *La sensación de lo que ocurre: Cuerpo y emoción en la construcción de la conciencia*. (Grupo Planeta, 2018).
17. Damasio, A. *En busca de Spinoza: Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. (Grupo Planeta, 2018).
18. Leech, R. & Sharp, D. J. The role of the posterior cingulate cortex in cognition and disease. *Brain* **137**, 12–32 (2014).
19. Cisternas Casabonne, C. & Droguett, Z. La relación entre lenguaje, desarrollo y aprendizaje desde la teoría sociohistórica de Vygotsky. (2014).
20. García Rodríguez, R. E. & González Ramírez, V. Las funciones psíquicas superiores, la corteza cerebral y la cultura. Reflexiones a partir del pensamiento de A. R. Luria. *En-Claves Pensam.* **8**, 39–62 (2014).
21. Gil, R. *Neuropsicología*. (Elsevier Doyma, S.L., 2007).
22. Martínez-Morga, M. & Martínez, S. Desarrollo y plasticidad del cerebro. *Rev Neurol* **62**, S3–S8 (2016).
23. Contreras González, N. & Trejo López, J. A. *Manual para la exploración neurológica y las funciones cerebrales superiores*. (El Manual Moderno, S.A. de C.V., 2013).
24. Uruchurtu, I. E., Echebarría, R. S. & Tellería, A. E. A. *Introducción a la psicopatología: una visión actualizada*. (Editorial Médica Panamericana, 2018).
25. M, R. C. *Psicopatología y semiología psiquiátrica*. (Universitaria, 2006).
26. Uttal, W. R. *Mind and Brain: A Critical Appraisal of Cognitive Neuroscience*. (MIT Press, 2011).
27. Loayza, I. V. Bases neurobiológicas aprendizaje.
28. Mori, J. L. C. Desarrollo histórico del estudio neuropsicológico de la memoria. *Rev. Psicol. J. Psychol.* **18**, 87–100 (2016).
29. Puebla, A. L. M. & Álvarez, M. Á. *La memoria humana*. (Ediciones Pirámide, 2016).

30. Castaño, J. Bases neurobiológicas del lenguaje y sus alteraciones. *Revista de neurología* vol. 36 781–785 (2003).
31. Aphasia. *American Speech-Language-Hearing Association* /public/speech/disorders/aphasia/.
32. F, R. & Rosario, M. Resonancia magnética funcional: una nueva herramienta para explorar la actividad cerebral y obtener un mapa de su corteza. *Rev. Chil. Radiol.* **9**, 86–91 (2003).
33. Montoya, L., Restrepo, M., Montoya, I. & Rojas-Berrio, S. Los impactos éticos de la aplicación de herramientas del neuromarketing, una discusión acerca del consumidor. in 35–48 (2017).
34. Arnsten, A. F. T. The Neurobiology of Thought: The Groundbreaking Discoveries of Patricia Goldman-Rakic 1937-2003. *Cereb. Cortex* **23**, 2269–2281 (2013).
35. Broche-Pérez, Y., Herrera Jiménez, L. F. & Omar-Martínez, E. Bases neurales de la toma de decisiones. *Neurología* **31**, 319–325 (2016).
36. Bermejo, P. E., Dorado, R., Zea-Sevilla, M. A. & Sánchez Menéndez, V. Neuroanatomía de las decisiones financieras. *Neurología* **26**, 173–181 (2011).
37. Gazzaniga, M. S. *¿Qué nos hace humanos?: La explicación científica de nuestra singularidad como especie.* (Ediciones Paidós, 2010).