

## SISTEMA LÍMBICO

Página del curso: <https://neuroamg.com/>

Introducción al sistema límbico. [https://youtu.be/TDnLgiRsf98?si=d\\_hgPJ-2sFY2atN3](https://youtu.be/TDnLgiRsf98?si=d_hgPJ-2sFY2atN3)

Detalles anatómicos de importancia. <https://youtu.be/18zerJNhPPA?si=lykY4sBwoy8H4KTe>

Sistema límbico y las emociones. <https://youtu.be/ePbGFKW7sT0>

El hipocampo y la memoria. <https://youtu.be/70alSxyC0hg?si=rJS5UTLTD5PMWwgk>

Neuroanatomy. Hypothalamus and limbic system. <https://youtu.be/ErpxEwlWww4>

¿Qué pasa si quitamos el hipocampo? <https://youtu.be/KkaXNvzE4pk>

Flashcards: <https://www.brainscape.com/p/2Q66J-LH-9LJ5Y>

## LÓBULO LÍMBICO

- El lóbulo límbico no es un término anatómico preciso, pero generalmente se refiere a un conjunto de estructuras cerebrales relacionadas con funciones emocionales, de memoria y de comportamiento. Estas estructuras forman parte del sistema límbico, que es una red de regiones cerebrales interconectadas que juegan un papel fundamental en la regulación de las emociones, la formación y consolidación de la memoria, el aprendizaje, la motivación y la toma de decisiones.

Algunas de las estructuras clave que se encuentran en el sistema límbico incluyen:

- **Hipocampo:** una estructura en forma de C que se encuentra en la parte interna del lóbulo temporal y es fundamental para la formación de nuevos recuerdos y la consolidación de la memoria a largo plazo.
- **Parahipocampo:** El parahipocampo es una región del cerebro ubicada en el lóbulo temporal medial, adyacente al hipocampo. Está compuesto por dos áreas principales: la corteza entorrinal y la corteza perirrinal. La corteza entorrinal es una interfaz importante entre el hipocampo y la neocorteza, y juega un papel crucial en la formación de la memoria y la navegación espacial. La corteza perirrinal está involucrada en el procesamiento de la información relacionada con objetos y escenas.
- **Fimbria:** La fimbria es una banda delgada de fibras nerviosas que se encuentra en el borde del hipocampo. Es el inicio de la formación del fórnix y contiene fibras nerviosas que conectan el hipocampo con otras áreas del cerebro. Su función principal es actuar como una vía de comunicación para la información que entra y sale del hipocampo.
- **Fórnix:** El fórnix es un haz de fibras nerviosas en forma de C que se origina en el hipocampo y se extiende hacia la parte anterior del cerebro, curvándose alrededor del tálamo antes de dividirse en dos ramales que se conectan con el cuerpo mamilar (una estructura ubicada en la base del cerebro) y otras regiones límbicas. El fórnix es una vía de comunicación importante entre el hipocampo y otras áreas del cerebro, y tiene un papel clave en la formación y consolidación de la memoria a largo plazo, así como en la navegación espacial.

- **Amígdala:** un conjunto de núcleos en forma de almendra ubicados cerca del hipocampo, que desempeña un papel crucial en la regulación de las emociones, especialmente en la respuesta al miedo y la ansiedad.
- **Corteza cingulada:** una región del cerebro en forma de anillo que rodea el cuerpo caloso y se encarga de regular funciones cognitivas y emocionales, como la atención, la toma de decisiones y la empatía.
- **Corteza prefrontal ventromedial:** una región en la parte frontal del cerebro que está involucrada en la toma de decisiones emocionales y la regulación de las respuestas emocionales.
- **Tálamo:** una estructura ubicada en el centro del cerebro que actúa como un centro de relevo para la información sensorial y motora, y también tiene un papel en la regulación de la conciencia, el sueño y la vigilia.

Estas estructuras trabajan en conjunto para procesar y regular nuestras emociones y comportamientos, así como para ayudarnos a aprender y recordar información.

## MEMORIA:

La memoria se puede clasificar en función de su temporalidad, es decir, la duración del almacenamiento de información. Existen tres tipos principales de memoria según su temporalidad:

- **Memoria sensorial:** La memoria sensorial es el almacenamiento inicial y breve de información sensorial, como la información visual, auditiva o táctil, que se recoge del entorno. Esta memoria dura solo unos pocos segundos y actúa como un búfer para procesar y filtrar la información antes de pasarla a la memoria a corto plazo. Por ejemplo, la memoria icónica es la memoria sensorial relacionada con la información visual, mientras que la memoria ecoica está asociada con la información auditiva.
- **Memoria a corto plazo (MCP) o memoria de trabajo:** La memoria a corto plazo es el almacenamiento temporal y limitado de información durante unos segundos o minutos. Esta memoria es esencial para llevar a cabo tareas cognitivas como el razonamiento, la comprensión y la toma de decisiones. La memoria de trabajo es un concepto relacionado que se refiere a la capacidad de mantener y manipular temporalmente la información en la mente para realizar tareas cognitivas. La memoria a corto plazo y la memoria de trabajo a menudo se utilizan indistintamente, aunque la memoria de trabajo implica procesos adicionales de manipulación y actualización de la información.
- **Memoria a largo plazo (MLP):** La memoria a largo plazo es el almacenamiento duradero de información que puede durar desde horas hasta toda la vida. Esta memoria se puede dividir en dos categorías principales:
  - a. **Memoria explícita o declarativa:** Es la memoria de hechos, eventos y conocimientos que se pueden recordar y verbalizar conscientemente. La memoria explícita se subdivide en memoria episódica (recuerdos de eventos y experiencias personales) y memoria semántica (conocimiento de hechos y conceptos generales).
  - b. **Memoria implícita o no declarativa:** Es la memoria de habilidades, hábitos y respuestas emocionales que no requieren un recuerdo consciente. Incluye la memoria procedimental (habilidades motoras y cognitivas, como montar en bicicleta o resolver un rompecabezas), la memoria de condicionamiento clásico (asociaciones aprendidas entre estímulos y respuestas)

y la memoria de priming (influencia inconsciente de un estímulo previo en la respuesta a un estímulo posterior).

### **MODELO ESTÁNDAR DE CONSOLIDACIÓN DE LA MEMORIA.**

- El modelo estándar de consolidación de la memoria, también conocido como teoría de la consolidación del hipocampo o la teoría del doble trazo, es un marco teórico que describe cómo las memorias se forman, se consolidan y se almacenan en el cerebro. Esta teoría fue propuesta inicialmente por Robert Efron en 1963 y luego desarrollada por James McGaugh, Larry Squire y otros investigadores en las décadas siguientes.
- El modelo estándar de consolidación de la memoria sugiere que el hipocampo y las regiones corticales relacionadas, como el parahipocampo, desempeñan un papel crucial en la formación y consolidación de la memoria a largo plazo. Según este modelo, la información nueva se almacena inicialmente en el hipocampo y las áreas corticales adyacentes, y luego se consolida gradualmente en la neocorteza a lo largo del tiempo a través de un proceso de reactivación y repetición.
- El modelo propone que, durante el aprendizaje y la formación de la memoria, las conexiones neuronales entre el hipocampo y la neocorteza se fortalecen, lo que permite la formación de un "trazo" de memoria en el hipocampo. A medida que se repite y se reactiva la información, este trazo de memoria se consolida y se vuelve más fuerte en la neocorteza. Con el tiempo, la dependencia del hipocampo para recordar la información disminuye, y la memoria se vuelve más resistente a la interferencia y al olvido.
- El modelo estándar de consolidación de la memoria también sugiere que las memorias más antiguas se vuelven menos dependientes del hipocampo, ya que han sido consolidadas en la neocorteza. Esta idea ha sido respaldada por estudios que muestran que los pacientes con daño en el hipocampo tienen dificultades para formar nuevas memorias, pero pueden recordar eventos más antiguos que ocurrieron antes de la lesión.

### **EL CASO DE HM Y EL PAPEL DEL HIPOCAMPO**

El caso del paciente H.M., cuyo nombre real era Henry Molaison, es uno de los más emblemáticos en la historia de las neurociencias, y ha sido fundamental para la comprensión del papel del hipocampo en la memoria. La relevancia de su caso proviene de las consecuencias neuropsicológicas que siguieron a una cirugía realizada en 1953, destinada a aliviar su epilepsia severa. H.M. se sometió a una cirugía en la cual el neurocirujano William Scoville extirpó las estructuras mediobasales del lóbulo temporal en ambos hemisferios, incluidos gran parte del hipocampo, el uncus y la amígdala. Tras la cirugía, H.M. mostró una marcada reducción en la frecuencia e intensidad de sus ataques epilépticos, pero surgió un efecto secundario inesperado y dramático: una profunda amnesia anterógrada.

La amnesia anterógrada impidió a H.M. formar nuevas memorias explícitas o declarativas, aunque su memoria a corto plazo y habilidades de procesamiento permanecieron intactas. Curiosamente, también presentó cierta amnesia retrógrada que afectaba los años inmediatamente anteriores a la cirugía. A pesar de estas deficiencias, H.M. pudo aprender ciertas habilidades motoras y realizar tareas que implican

memoria procedimental, indicando que estos tipos de memoria dependen de estructuras cerebrales distintas al hipocampo.

El caso de H.M. fue estudiado extensamente por Brenda Milner y otros investigadores en las décadas siguientes. Milner, en particular, realizó una serie de experimentos que mostraron cómo H.M. podía mejorar su rendimiento en tareas motoras a través de la práctica, a pesar de no recordar haber participado en sesiones de entrenamiento anteriores. Esto sugirió una diferenciación entre la memoria declarativa, que fue severamente afectada en H.M., y la memoria procedimental. Los estudios con H.M. fueron cruciales para establecer que el hipocampo juega un papel esencial en la conversión de memorias de corto plazo a largo plazo, es decir, en la consolidación de la memoria. Además, el caso de H.M. ayudó a diferenciar entre varios tipos de memoria y sugirió que el hipocampo es particularmente importante para la memoria espacial y episódica, un hallazgo respaldado por estudios posteriores en otros pacientes y en modelos animales.

Tras la muerte de H.M. en 2008, su cerebro fue preservado y seccionado en múltiples cortes para estudiar más detalladamente la extensión del daño y su relación con su déficit de memoria. Estos estudios continúan proporcionando información valiosa sobre las estructuras cerebrales involucradas en los diferentes tipos de memoria.

## **ENFERMEDAD DE ALZHEIMER**

- La enfermedad de Alzheimer es una enfermedad neurodegenerativa progresiva que afecta principalmente a las personas mayores y es la causa más común de demencia. La enfermedad de Alzheimer se caracteriza por la pérdida progresiva de la función cognitiva, la memoria y las habilidades de pensamiento, lo que resulta en la incapacidad para realizar las actividades diarias y, finalmente, la dependencia total de los cuidadores.
- El hipocampo, una estructura cerebral crucial para la formación y consolidación de la memoria, se ve afectado de manera temprana y significativa en la enfermedad de Alzheimer.

La relación entre la enfermedad de Alzheimer y el hipocampo es la siguiente:

- Degeneración y atrofia del hipocampo: En las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer, las células nerviosas en el hipocampo comienzan a degenerar y morir, lo que lleva a la atrofia (encogimiento) del hipocampo. La atrofia del hipocampo se ha relacionado con la disminución de la memoria y el deterioro cognitivo en la enfermedad de Alzheimer.
- Acumulación de placas amiloides y ovillos neurofibrilares: La enfermedad de Alzheimer se caracteriza por la acumulación anormal de dos proteínas en el cerebro: beta-amiloide, que forma placas amiloides, y tau, que forma ovillos neurofibrilares. Estas acumulaciones de proteínas pueden dañar y matar las células nerviosas en el hipocampo y otras regiones cerebrales, lo que contribuye al deterioro de la memoria y la función cognitiva.
- Pérdida de memoria y deterioro cognitivo: Dado que el hipocampo desempeña un papel fundamental en la formación y consolidación de la memoria, su degeneración en la enfermedad de Alzheimer

conduce a síntomas característicos, como la pérdida de memoria a corto plazo, la desorientación y la dificultad para aprender información nueva.

- Progresión de la enfermedad: A medida que la enfermedad de Alzheimer avanza, las células nerviosas mueren y la degeneración se propaga a otras áreas del cerebro, como la corteza entorrinal y la neocorteza. Esto conduce a un deterioro adicional de la memoria (más en la memoria declarativa episódica) y la función cognitiva (organización, motivación, introspección, razonamiento), así como a síntomas adicionales como cambios en el comportamiento (apatía, desconexión social, irritabilidad, agitación y agresividad), la personalidad, la conducta motriz (apraxia/ dispraxia) y la capacidad para comunicarse.

### **AMÍGDALA Y TRASTORNOS DE ANSIEDAD**

La amígdala cerebral juega un papel central en los trastornos de ansiedad debido a su función esencial en el procesamiento de emociones, particularmente el miedo y la ansiedad. Este núcleo subcortical está implicado en la detección de estímulos amenazantes y la activación de respuestas emocionales y fisiológicas a través de diversas vías neuronales.

En los trastornos de ansiedad, la amígdala muestra una hiperactividad frente a estímulos percibidos como amenazantes, incluso cuando estos no representan una amenaza real. Esta respuesta exacerbada puede ser resultado de desequilibrios en los circuitos neuronales que normalmente ayudan a regular las emociones, incluyendo la corteza prefrontal, que juega un papel importante en la modulación de la respuesta de la amígdala.

Estudios de neuroimagen han demostrado que en individuos con trastornos de ansiedad, hay una conectividad alterada entre la amígdala y otras regiones del cerebro, como la corteza prefrontal. Esto se traduce en una menor capacidad para suprimir o regular las respuestas emocionales negativas generadas en la amígdala.

Además, la plasticidad sináptica en la amígdala también puede estar implicada en la patogenia de los trastornos de ansiedad. Cambios en la plasticidad pueden alterar la fuerza de las conexiones neuronales, potencialmente reforzando los circuitos neuronales que promueven respuestas ansiosas.

La amígdala desempeña un papel crucial en la manifestación y el mantenimiento de los trastornos de ansiedad mediante su involucración en la detección exagerada de amenazas y la disfunción en la regulación emocional. Las intervenciones terapéuticas que apuntan a reducir la hiperactividad de la amígdala o mejorar la regulación cortical de sus funciones podrían ser efectivas para aliviar los síntomas de ansiedad.